

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 15 953 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 02 B 7/02  
G 11 B 7/12

21 Aktenzeichen: 100 15 953.2  
22 Anmeldetag: 30. 3. 2000  
43 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 100 15 953 A 1

30 Unionspriorität:  
P 11-094153 31. 03. 1999 JP  
71 Anmelder:  
Sony Corp., Tokio/Tokyo, JP  
73 Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

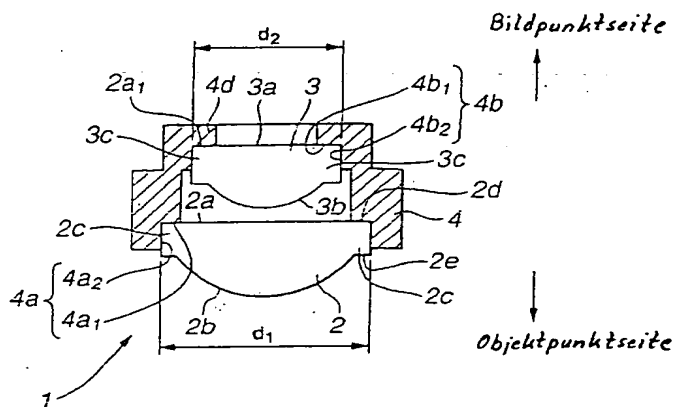
72 Erfinder:  
Yamamoto, Kenji, Tokio/Tokyo, JP; Maeda,  
Fumisada, Tokio/Tokyo, JP; Osato, Kiyoshi,  
Tokio/Tokyo, JP

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Linsenhalter, Verfahren zur Herstellung eines Linsenhalters, Metallstempel für die Herstellung eines Linsenhalters und Objektivlinse

57 Es wird ein Linsenhalter (4; 14) vorgeschlagen, mit dem mehrere Linsen (2, 3) in einer einstellfreien Art und Weise befestigt werden können und eine relative Positionierung zwischen den Linsen mit einer hohen Genauigkeit erreicht werden kann. Hierzu sind eine erste Referenzfläche (4a1; 14a1) für die Richtung der optischen Achse eines ersten Befestigungsabschnitts (4a; 14a) und eine zweite Referenzfläche (4b1; 14c) für die Richtung der optischen Achse eines zweiten Befestigungsabschnitts (4b) zur Objektpunktseite hin ausgebildet, um jeweils als eine Referenzfläche zur Bestimmung des Abstandes zwischen der ersten und der zweiten Linse (2, 3) entlang der optischen Achse zu dienen. Die erste Referenzfläche (4a1; 14a1) für die Richtung der optischen Achse und die zweite Referenzfläche (4b1; 14c) für die Richtung der optischen Achse dienen dabei auch zur Steuerung der Neigung der Linsen (2, 3).



DE 100 15 953 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linsenhalter zum Halten einer Objektivlinse, die auf einem optischen Meßkopf montiert ist, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium, wie beispielsweise einer optischen Disk, benutzt wird. Die vorliegende Erfindung betrifft ebenso ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Linsenhalters, einen bei der Herstellung eines Linsenhalters verwendeten Metallstempel und eine durch die Objektivlinse und den Linsenhalter gebildete Objektivlinsenvorrichtung.

Die Informationsaufzeichnungsmedien, wie beispielsweise eine nur abspielbare optische Disk, eine Phasenänderungsdisk, eine magneto-optische Disk oder eine optische Karte, erfahren eine umfassende Verwendung zum Speichern von Bildinformationen, Sprachinformationen oder Daten für Computerprogramme. So steigt der Bedarf an der Erhöhung der Aufzeichnungsdichte und der Aufzeichnungskapazität dieser Informationsaufzeichnungsmedien Jahr für Jahr.

Zur Erhöhung der Aufzeichnungsdichte des Informationsaufzeichnungsmediums ist es wirkungsvoll, die numerische Apertur NA der Objektivlinse zu vergrößern oder die Lichtemissionswellenlänge der Lichtquelle zu verkleinern. Zum Beispiel betragen bei einem optischen Meßkopf für eine Compact Disk (CD), die eine digitale optische Disk hauptsächlich für die Aufzeichnung von Musiksignalen ist, die numerische Apertur NA der Objektivlinse und die Lichtemissionswellenlänge der Lichtquelle 0,45 bzw. 780 nm, während bei einem sogenannten optischen Meßkopf für die Digital Versatile Disk (DVD) die numerische Apertur NA der Objektivlinse und die Lichtemissionswellenlänge der Lichtquelle 0,6 bzw. 650 nm betragen. Bei der DVD ist die Aufzeichnungsdichte gegenüber derjenigen bei der CD verbessert, um die Aufzeichnung von Bildsignalen zu ermöglichen.

Die für die Aufzeichnung und/oder Wiedergabe der Informationen für die gewöhnliche CD oder DVD verwendete Objektivlinse ist üblicherweise eine aus Glas oder Kunststoff geformte einzelne asphärische Linse. Diese einzelne, durch den Linsenhalter getragene asphärische Linse bildet eine Objektivlinsenvorrichtung und wird auf einem optischen Meßkopf montiert. Zum Beispiel ist die einzelne asphärische Linse mit einer Referenzfläche des Linsenhalters verbunden und daran befestigt. Der diese einzelne asphärische Linse tragende Linsenhalter ist mit einer voreingestellten Genauigkeit an dem optischen Meßkopf montiert.

Seit kurzem werden eine höhere Aufzeichnungsdichte und eine größere Aufzeichnungskapazität des Informationsaufzeichnungsmediums erwünscht, so daß eine größere numerische Apertur NA der Objektivlinse und eine Wellenlänge des von den Bildsignalen ausgestrahlten Lichts kürzer als beispielsweise 650 nm erforderlich sind.

Es ist jedoch unmöglich, die einzelne asphärische Linse wegen der Schwierigkeiten bei der Metallstempelbearbeitung und bei der Steuerung der Exzentrizität während der Linsenformung mit einer numerischen Apertur von nicht kleiner als 0,75 herzustellen. Das heißt, bei der Bearbeitung eines Metallstempels zur Formung der einzelnen asphärischen Linse mit der numerischen Apertur von nicht weniger als 0,75 ist der Neigungswinkel der Linsenoberfläche zu der optischen Achse in der Nähe der Linse kleiner als 40°, so daß die Bearbeitung in Anbetracht der Größe des distalen Endes der Schneidekante, wie beispielsweise einer Diamantbohrkrone, schwierig wird. Auch wird, wenn die Krümmung der Linsenoberfläche erhöht wird, der Durchhang (die Tiefe entlang der optischen Achse vom Scheitelpunkt der Linsenoberfläche zum Außenrand der Linse) vergrößert, so daß die Metallstempelbearbeitung erschwert wird. Aus diesem Grund ist es nach wie vor schwierig, eine Objektivlinse mit einer numerischen Apertur NA von nicht weniger als 0,75 als eine einzelne Linse zu bauen.

Seit kurzem wird als Technik der Realisierung einer Objektivlinse mit einer numerischen Apertur von nicht weniger als 0,75 ein Objektivlinsen-Doppelsatz eingesetzt. Bei diesem Objektivlinsen-Doppelsatz ist die Objektivlinse aus mehreren Linsen aufgebaut, um die Brechkraft jeder Linse zu verringern. Dies macht es möglich, den Krümmungsradius der asphärischen Linsenoberfläche zu vergrößern, um eine Objektivlinse mit einer numerischen Apertur NA von nicht weniger als 0,75 herzustellen.

Jedoch ist bei dem Objektivlinsen-Doppelsatz mit einer großen numerischen Apertur eine extrem hohe Präzision als Genauigkeit der relativen Linsenposition beim Zusammenbau der mehreren Linsen in einen Satz erforderlich. Zum Beispiel ist eine Genauigkeit in Mikrometergrößenordnung für die Exzentrizität und die Abstände zwischen den Linsen erforderlich, während eine Genauigkeit in Minutengrößenordnung für die Linsenneigung erforderlich ist. Durch eine dreidimensionale Positionseinstellung ist es ausreichend möglich, die Linse zusammenzubauen, um dieser Präzisionsanforderung zu genügen. Jedoch benötigt diese dreidimensionale Positionseinstellung eine teure Lehre und eine verbesserte Positionseinstelltechnik und kann so nicht zu einer Massenproduktion führen.

Als Vorrichtung zur Positionierung der Linsen, um sie zu einer einzigen Linseneinheit zusammenzubauen, kann ins Auge gefaßt werden, die jeweiligen Linsen in dem Linsenhalter anzuordnen, dessen Referenzabschnitt mit einer Referenzfläche zur Befestigung der Linsen darauf mit hoher Präzision ausgebildet ist.

Der in dem Linsenhalter gebildete Referenzabschnitt ist in eine Form gebracht, die zur Positionierung der jeweiligen Linsen bezüglich des Linsenversatzes, der Linsenneigung und des Abstandes zwischen den Linsen geeignet ist. Der Linsenversatz, die Neigung und der Abstand werden nachfolgend als drei Elemente bezeichnet. Durch Bilden des Referenzabschnitts mit einer hohen Präzision bezüglich dieser drei Elemente kann die Objektivlinse mit einer hohen Präzision zusammengebaut werden, ohne eine Positionseinstellung der jeweiligen Linsen zu erfordern. Das heißt, die Objektivlinse kann nur durch ausreichende Optimierung der Formgestaltung des Linsenhalters mit hoher Präzision zusammengebaut werden.

Die Form des Linsenhalters wird nachfolgend einschließlich des angenommenen Herstellungsverfahrens erläutert. Die Fig. 15 und 16 zeigen den Aufbau einer Objektivlinsenvorrichtung 201 mit einer ersten Linse 202 und einer zweiten Linse 203 des in einem Linsenhalter 204 montierten Objektivlinsen-Doppelsatzes.

Die erste Linse 202 ist eine Linse, in die das von einer nicht dargestellten Lichtquelle ausgestrahlte Laserlicht einfällt. Der Mittelabschnitt der ersten Linse 202, der nachfolgend als Abstrahlungsoberfläche bezeichnet wird, liegt der zweiten Linse 203 gegenüber und ist als eine ebene Form 202a ausgebildet. Dagegen ist der Mittelabschnitt der Oberfläche, auf die das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht fällt und die die abgewandte Oberfläche der ersten Linse 202 ist, als eine asphärische Linsenoberfläche 202b ausgebildet. Am Außenrand der Linsenoberfläche 202b ist ein ebener Abschnitt

senkrecht zur optischen Achse geformt. Die oben genannte abgewandte Oberfläche wird nachfolgend als die Einstrahlungsoberfläche bezeichnet.

Die zweite Linse 203 ist eine Linse des Objektivlinsen-Doppelsatzes, die einer digitalen optischen Disk, wie beispielsweise einer optischen Phasenänderungsdisk oder einer magneto-optischen Disk, zugewandt ist. Die Oberfläche der zweiten Linse 203, die der nicht dargestellten Disk zugewandt ist und nachfolgend als die Frontoberfläche bezeichnet wird, ist als eine ebene Form ausgebildet, während der Mittelabschnitt der Oberfläche, welche der ersten Linse 202 als die abgewandte Oberfläche zugewandt ist und nachfolgend als die Einstrahlungsoberfläche bezeichnet wird, als eine asphärische Linsenoberfläche 203b ausgebildet ist. Am Außenrand der Linsenoberfläche 203b ist ein ebener Abschnitt senkrecht zur optischen Achse ausgebildet.

Die Seite der Objektivlinsenvorrichtung 201, auf die das Licht von der Lichtquelle fällt, wird Objekt(punkt)seite genannt, während die Seite der Objektivlinsenvorrichtung 201, die entlang der Diskflächenrichtung liegt, d. h. die Seite, auf der durch die Objektivlinsenvorrichtung 201 durch das Licht von der Lichtquelle ein Bildpunkt gebildet wird, Bild(punkt)seite genannt wird. So sind bei der ersten und der zweiten Linse 202, 203 die asphärischen Linsenoberflächen auf der Objektpunktseite gebildet.

Der Linsenhalter 204 besitzt im wesentlichen eine Ringform. An der Innenkante auf der Objektpunktseite ist ein erster Befestigungsabschnitt 204a gebildet, der die erste Linse 202 trägt, während an der Innenkante auf der Bildpunktseite ein zweiter Befestigungsabschnitt 204b geformt ist, der die zweite Linse 203 trägt.

Der erste Befestigungsabschnitt 204a ist in der Art einer Stufe und als ein Teil mit der inneren Einfassung der Objektpunktseiten-Öffnung und als ein Teil aus einer ersten axialen Referenzfläche 204a1, die der Objektpunktseite zugewandt geformt ist, und aus einer zylindrischen radialen Referenzfläche 204a2 mit der optischen Achse als Achse geformt. Der zweite Befestigungsabschnitt 204b ist als ein Teil in der Art einer Stufe an der inneren Einfassung der Öffnung an der Bildpunktseite aus einer zweiten axialen Referenzfläche 204b1, die der Bildpunktseite zugewandt geformt ist, und aus einer zylindrischen radialen Referenzfläche 204b2 mit der optischen Achse als Achse geformt. Dieser Linsenhalter 204 wird zum Beispiel als Formteil aus Kunstharz gefertigt.

Bei dem oben beschriebenen Linsenhalter 204 dienen die erste axiale Referenzfläche 204a1 des ersten Befestigungsabschnitts 204a und die zweite axiale Referenzfläche 204b1 des zweiten Befestigungsabschnitts 204b als Referenzflächen, die den Abstand der ersten und der zweiten Linse 202, 203 entlang der optischen Achse bestimmen. Daneben wirken die erste axiale Referenzfläche 204a1 und die zweite axiale Referenzfläche 204b1 auch als Referenzflächen zur Steuerung der Neigung der ersten und der zweiten Linse 202, 203. Man kann sagen, daß die Ausrichtungen der ersten axialen Referenzfläche 204a1 und diejenige der zweiten axialen Referenzfläche 204b1 um 180° bezüglich der optischen Achse gegeneinander gedreht sind. Die radiale Referenzfläche 204a2 des ersten Befestigungsabschnitts 204a und die radiale Referenzfläche 204b2 des zweiten Befestigungsabschnitts 204b dienen als Referenzflächen, welche die Positionen der ersten und der zweiten Linse 202, 203 entlang des Linsenradius bestimmen.

Auf dem Linsenhalter 204 ist die erste Linse 202 durch ihren Außenrand 202c auf dem ersten Befestigungsabschnitt 204a befestigt. Die zweite Linse 203 ist durch ihren Außenrand 203c auf dem zweiten Befestigungsabschnitt 204b befestigt.

Dieser Linsenhalter 204 wird als Formteil hergestellt. Zum Beispiel wird er unter Verwendung eines in Fig. 17 dargestellten Stempels, der nachfolgend als ein erster Metallstempel bezeichnet wird, und einer Matrize 302, die nachfolgend als ein zweiter Metallstempel bezeichnet wird, gefertigt. Wenn die Stempel 301, 302 zusammengefügt sind, wie dies in Fig. 17 gezeigt ist, wird ein Formmaterial 204a zur Herstellung des Linsenhalters 204 in einen Hohlraum zwischen dem ersten Metallstempel 301 und dem zweiten Metallstempel 302 eingebracht, um den Linsenhalter 204 zu formen.

Bei diesem Metallstempel zum Herstellen des Linsenhalters ist der erste Metallstempel 301 mit einem Formabschnitt 301a zum Formen des ersten Befestigungsabschnitts 204a versehen, der nachfolgend als erster Befestigungsabschnitt-Formabschnitt bezeichnet wird, während der zweite Metallstempel 302 mit einem Formabschnitt 302a zum Formen des zweiten Befestigungsabschnitts 204b versehen ist, welcher nachfolgend als zweiter Befestigungsabschnitt-Formabschnitt bezeichnet wird.

Der erste Metallstempel 301 besteht aus einer Basis 301b und einem auf dieser Basis 301b vorgesehenen Vorsprung 301c, und er ist allgemein in einer im wesentlichen konvexen Form geformt, wie dies in den Fig. 17 und 18 gezeigt ist.

Die Basis 301b ist im wesentlichen als eine flache Plattenform geformt. Diese Basis 301b ist mit einem Vorsprung 301c an einem Mittelabschnitt der Hauptfläche 301b1 in eine Richtung zum zweiten Metallstempel 302 versehen. Diese Richtung zum zweiten Metallstempel 302 ist die Richtung zur Bildpunktseite des Objektivlinsen-Doppelsatzes 201, und sie wird nachfolgend als Bildpunktseitenrichtung bezeichnet. Der Außenrand der Hauptfläche 301b1 der Basis 301b bildet eine Anschlagfläche 301b2, die gegen eine Anschlagfläche 302b21 des zweiten Metallstempels 302 drückt.

Der Vorsprung 301c ist mit Stufen 301d, 301e, 301f ausgebildet, die in eine Richtung zur Bildpunktseite fortlaufend kleiner im Durchmesser werden, wie dies auch in Fig. 19 dargestellt ist. Bei diesem Vorsprung 301c dient die Hauptfläche 301f1 der Stufe 301f als das distale Ende des Vorsprungs 301c als die Oberfläche des ersten Metallstempels 301, die gegen die Hauptfläche 302c1 des zweiten Metallstempels 302 drückt. Bei diesem ersten Metallstempel 301 besteht der erste Formabschnitt 301a aus einer der Bildpunktseite zugewandten Fläche 301a1 der Außenkante der Stufe 301d und aus einer Außenfläche 301a2 der Stufe 301d.

Der zweite Metallstempel 302 besteht aus einer Basis 302b und einem Vorsprung 302c, der aufrecht auf einem Mittelabschnitt der Hauptfläche 302b11 steht. Die Basis 302b besteht aus einem im wesentlichen als flache Platte geformten Boden 302b1 und einem Seitenwandabschnitt 302b2, der aufrecht auf dem Außenrand der Hauptfläche 302b in eine Richtung zum ersten Metallstempel 301, d. h. in eine Richtung zur Objektpunktseite des Objektivlinsen-Doppelsatzes 201 steht, welche nachfolgend als die Objektpunktseitenrichtung bezeichnet wird.

Bei dem zweiten Metallstempel 302 ist der Seitenwandabschnitt 302b2 ein Abschnitt, der auf dem Außenrand der Hauptfläche 301b1 des ersten Metallstempels 301 liegt und eine Stirnseite als Anschlagfläche 302b21 aufweist, die gegen die Anschlagfläche 301b2 des ersten Metallstempels 301 drückt. Die Hauptfläche 302c1 des Vorsprungs 302c ist eine Anschlagfläche gegen die Hauptfläche 301f1 des ersten Metallstempels.

Die so konstruierten Metallstempel 301, 302 werden zusammengefügt, wie dies in Fig. 17 dargestellt ist, und das Formmaterial 204a wird eingebracht, wie dies in Fig. 18 dargestellt ist, um den Linsenhalter 204 als Formteil zu formen.

Bei den so zusammengeführten Metallstempeln 301, 32 wird das Formmaterial 204a eingebracht, um den Linsenhalter 204 herzustellen, wodurch der Linsenhalter 204 als ein Teil mit Referenzflächen zum Positionieren der Linsen 202, 203 geformt wird, so daß diese Linsen zu einem Objektivlinsen-Doppelsatz ohne Erhöhung von Kosten oder Zeit zusammengebaut werden können.

Beim Zusammenbau mehrerer Linsen ist Präzision in den oben genannten drei Elementen, d. h. dem Versatz, der Neigung und dem Abstand, erforderlich. Das heißt, der Linsenhalter 204 muß auch in dieser Genauigkeit geformt sein.

Jedoch wird bei dem oben beschriebenen Linsenhalter-Herstellungsverfahren der erste Befestigungsabschnitt 204a zur Positionierung der ersten Linse 202 durch den ersten Metallstempel 301 gebildet, während der zweite Befestigungsabschnitt 204b zum Positionieren der zweiten Linse 203 durch den zweiten Metallstempel 302 gebildet wird, so daß, wenn das Formmaterial 204a in einem Zustand eingebracht wird, in dem der zweite Metallstempel 302 nicht richtig bezüglich des ersten Metallstempels 301 positioniert ist, ein Versatz in den oben genannten drei Elementen erzeugt wird.

Wenn zum Beispiel das Formmaterial 204a in einem Zustand eingebracht wird, in dem der zweite Metallstempel 302 mit einem Versatz von der vorgeschriebenen Position positioniert ist, wie dies in Fig. 20 gezeigt ist, wird direkt ein Versatz bei Versatz, Neigung und/oder Abstand zwischen der ersten Linse 202 und der zweiten Linse 203, die in dem geformten Linsenhalter 204 eingefügt werden, erzeugt.

Insbesondere wird, sollte der zweite Metallstempel 302 gegenüber dem ersten Metallstempel 301 versetzt sein, wie in Fig. 20 gezeigt, aufgrund des Offsets einer Mittelachse O2 des zweiten Metallstempels 302 bezüglich der Mittelachse O1 des ersten Metallstempels 301 ein Offset in der Exzentrizität X erzeugt. Andererseits werden wegen der Schrägstellung der Mittelachse O2 des zweiten Metallstempels 302 bezüglich der Mittelachse O1 des ersten Metallstempels 301 ein Offset  $\theta$  in der Neigung und wegen der Trennung des zweiten Metallstempels 302 vom ersten Metallstempel 301 ein Versatz Z erzeugt. Diese Offsets stellen ein Maß der Abweichung zwischen dem ersten Formabschnitt 301a des ersten Metallstempels 301 zur Formung des ersten Befestigungsabschnitts 204a und dem zweiten Formabschnitt 302a am zweiten Metallstempel 302 zum Formen des zweiten Befestigungsabschnitts 204b dar. Wenn die erste und die zweite Linse 202, 203 in den Linsenhalter 204, der in einem solchen Zustand geformt wurde, daß der zweite Metallstempel 302 derartige Offsets bezüglich des ersten Metallstempels 301 in den drei Elementen aufweist, eingefügt werden, wie dies in Fig. 21 dargestellt ist, kommen der Offset X in der Exzentrizität, der Offset  $\theta$  in der Neigung und der Offset Z im Abstand zu dem Fehler, der der Form der Metallstempel 301, 302 zuschreiben ist, d. h. dem Metallstempel-Produktionsfehler, hinzu.

Der produzierte Metallstempel-Produktionsfehler beträgt schätzungsweise etwa  $3\text{ }\mu\text{m}$  für die Exzentrizität und den Abstand und derjenige für die Neigung etwa  $0,02^\circ$ , so daß, wenn der erste Metallstempel 301 gegenüber dem zweiten Metallstempel 302 versetzt ist, ein Fehler zwischen der ersten und der zweiten Linse 202, 203 in einem Maße entsprechend dem Metallstempel-Produktionsfehler plus den Beträgen der Abweichung zwischen den Metallstempeln 301, 302 erzeugt wird. Da bei der Formung die Exzentrizität und der Abstand zwischen den Metallstempeln schätzungsweise etwa  $10\text{ }\mu\text{m}$  beträgt, während die Neigung schätzungsweise etwa  $0,067^\circ$  beträgt, kommen diese Offsets zu den entsprechenden anderen hinzu, so daß der Fehler in der Exzentrizität und dem Abstand insgesamt etwa  $13\text{ }\mu\text{m}$  beträgt, während derjenige in der Neigung etwa  $0,087^\circ$  beträgt.

Wenn in dem oben beschriebenen Linsenhalter-Herstellungsverfahren, bei dem der die erste Linse 202 tragende erste Befestigungsabschnitt 204a und der die zweite Linse 203 tragende zweite Befestigungsabschnitt 204b unter Verwendung getrennter Metallstempel hergestellt werden, ein Versatz beim Zusammenfügen des ersten und des zweiten Metallstempels 301, 302 erzeugt wird, überträgt sich dieser Offset selbst als Offset auf die als Referenzfläche bei der Befestigung der ersten und der zweiten Linse 202, 203 brauchbare Referenzfläche. Das Ergebnis ist, daß die relative Position zwischen der ersten und der zweiten in Position eingefügten Linse 202, 203 von der gewünschten Relativposition abweicht.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Linsenhalter, ein Verfahren zur Herstellung eines Linsenhalters, einen Metallstempel für die Herstellung eines Linsenhalters und eine unter Verwendung des Linsenhalters aufgebaute Objektivlinsenvorrichtung vorzusehen, bei denen mehrere Linsen ohne (zusätzliche) Einstellung mit hoher Präzision befestigt werden können und bei denen die relativen Linsenpositionen mit hoher Genauigkeit positioniert werden können.

Gemäß einem ersten Aspekt sieht die vorliegende Erfindung einen Linsenhalter vor, der eine Objektivlinse trägt, welche aus mehreren Linsen gebildet ist, die auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die mehreren Linsen eine Objektivlinsenvorrichtung bilden. Mehrere Referenzflächen tragen jeweils auf der Objektpunktseite die Linsen zur Steuerung der Positionen entlang der optischen Achsen und der Neigung der Linsen. Die Referenzflächen an der Objektpunktseite steuern die Positionen entlang der optischen Achsen und die Neigung der Linsen.

Bei diesem Linsenhalter sind die Referenzflächen durch Bearbeitung des Linsenhalters von der gleichen Seite her geformt.

Gemäß einem zweiten Aspekt sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Linsenhalters, der eine Objektivlinse trägt, welche aus mehreren Linsen gebildet ist, die auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium mittels Laserlicht konstruiert ist, durch eine Spritzgießvorrichtung mittels eines Metallstempels mit wenigstens einer Matrize und einem Stempel vor, wobei die mehreren Linsen eine Objektivlinsenvorrichtung bilden. Ein Referenzabschnitt-Formabschnitt mit mehreren Referenzabschnitten für einen Objektpunktseiten-Linsenhalter, die jeweils die mehreren Linsen an der Objektpunktseite tragen, ist entweder an dem Stempel oder an der Matrize an der Objektpunktseite ausgebildet.

Bei diesem Herstellungsverfahren für den Linsenhalter werden die Referenzabschnitte des Linsenhalters durch den Referenzabschnitt-Formabschnitt, der an dem Stempel oder der Matrize vorgesehen ist, geformt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Metallstempel für die Herstellung eines Linsenhal-

ters vorgesehen, mit wenigstens einer Matrize und einem Stempel, wobei der Objektpunktseiten-Metallstempel zur Herstellung eines Linsenhalters benutzt wird, der eine Objektivlinse trägt, welche aus mehreren Linsen gebildet ist, die auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Objektpunktseiten-Linsen eine Objektivlinsenvorrichtung bilden. Ein Referenzabschnitt-Formabschnitt zur Formung mehrerer Referenzabschnitte des Linsenhalters jeweils zum Befestigen der Objektpunktseiten-Linsen ist entweder an der Matrize oder dem Stempel ausgebildet.

Bei dem Metallstempel zur Herstellung eines Linsenhalters sind die Referenzabschnitte des Linsenhalters durch den an der Matrize oder dem Stempel vorgesehenen Referenzabschnitt-Formabschnitt gebildet.

Gemäß einem weiteren Aspekt sieht die vorliegende Erfindung eine Objektivlinsenvorrichtung für einen optischen Meßkopf vor, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Objektpunktseiten-Linsen die Objektivlinsenvorrichtung bilden. Die Objektpunktseiten-Objektivlinsenvorrichtung weist eine Objektivlinse aus einer ersten Linse und einer zweiten Linse und einen die Objektpunktseiten-Linsen tragenden Linsenhalter auf. Wenigstens eine Oberfläche der ersten und der zweiten Linse besitzt einen Mittelabschnitt als eine Linsenoberfläche, wobei der Außenrand der wenigstens einen Objektpunktseiten-Oberfläche als ein ebener Abschnitt senkrecht zur optischen Achse ausgebildet ist. Der Objektpunktseiten-Linsenhalter weist eine erste Referenzfläche und eine zweite Referenzfläche zum Befestigen der ersten bzw. zweiten Objektpunktseiten-Linse zur Steuerung der Neigung und der Positionen entlang der optischen Achsen der Linsen auf. Die Objektpunktseiten-Referenzflächen sind in einer Richtung entlang der optischen Achse ausgerichtet. Ein ebener Abschnitt der ersten Objektpunktseiten-Linse ist mit der ersten Referenzfläche koplanar, um die erste Objektpunktseiten-Linse zu tragen, während ein ebener Abschnitt der zweiten Objektpunktseiten-Linse mit der zweiten Referenzfläche koplanar ist, um die zweite Objektpunktseiten-Linse zu tragen.

Bei dem erfindungsgemäßen Linsenhalter, in dem mehrere Referenzflächen zum Befestigen mehrerer Linsen zum Steuern der Neigung und der Positionen entlang der optischen Achse geformt sind und die jeweiligen Linsen in einer Richtung entlang der optischen Achse vorgesehen sind, können die Referenzflächen durch Bearbeiten des Linsenhalters von der gleichen Seite bzw. Richtung geformt werden.

Durch diesen Linsenhalter können mehrere Linsen mit hoher Präzision in einer einstellfreien Art und Weise positioniert und befestigt werden, um eine hochpräzise Positionierung zwischen den jeweiligen Linsen zu ermöglichen.

Bei dem Herstellungsverfahren eines Linsenhalters gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem Metallstempel verwendet werden, die einen Referenzabschnitt-Formabschnitt, der zur Formung mehrerer Referenzabschnitte zur Befestigung der mehreren Linsen konstruiert ist, in deren Stempel oder Matrize tragen, können die Referenzabschnitte des Linsenhalters durch den Referenzabschnitt-Formabschnitt an der Matrize oder dem Stempel geformt werden.

Mit dem Herstellungsverfahren eines Linsenhalters können mehrere Linsen mit hoher Genauigkeit in einer einstellfreien Art und Weise befestigt werden, so daß die Positionierung zwischen den Linsen mit hoher Präzision verwirklicht werden kann.

In dem Metallstempel zur Herstellung des Linsenhalters gemäß der vorliegenden Erfindung, in dem ein Referenzabschnitt-Formabschnitt zum Formen mehrerer Referenzabschnitte des Linsenhalters zur Befestigung der mehreren Linsen an dem Stempel oder der Matrize vorgesehen ist, können die Referenzabschnitte des Linsenhalters durch den in dem Stempel oder der Matrize ausgebildeten Referenzabschnitt-Formabschnitt geformt werden.

Mit dem Metallstempel zur Herstellung des Linsenhalters ist es möglich, einen Linsenhalter herzustellen, an dem mehrere Linsen mit hoher Präzision in einer einstellfreien Art und Weise positioniert werden können, so daß die Positionierung zwischen den Linsen mit hoher Präzision erzielt werden kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die obigen und weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt des Aufbaus einer Objektivlinsenvorrichtung, in der zwei Objektivlinsensätze durch einen Linsenhalter gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gehalten werden;

Fig. 2 einen Längsschnitt eines ersten Metallstempels und eines zweiten Metallstempels, die bei der Herstellung des Linsenhalters von Fig. 1 verwendet werden;

Fig. 3 einen Längsschnitt des Metallstempels zur Herstellung des Linsenhalters von Fig. 2, in den das Material zur Formung des Linsenhalters eingebracht ist;

Fig. 4 einen Längsschnitt des Metallstempels zur Herstellung des Linsenhalters von Fig. 2, bei dem der zweite Metallstempel gegenüber dem ersten Metallstempel versetzt ist;

Fig. 5 einen Längsschnitt einer Objektivlinsenvorrichtung mit einem Linsenhalter, der geformt wurde, als der zweite Metallstempel gegenüber dem ersten Metallstempel versetzt war;

Fig. 6 einen Längsschnitt des Aufbaus einer Objektivlinsenvorrichtung, in der zwei Sätze der Objektivlinsen durch einen Linsenhalter gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung getragen werden;

Fig. 7 einen Längsschnitt, der den Zustand zeigt, in dem eine Halterung zur Steuerung der Position entlang der optischen Achse und der Neigung der zweiten Linse an dem Linsenhalter des zweiten Ausführungsbeispiels angebracht ist;

Fig. 8 eine Draufsicht des Aufbaus des Linsenhalters von Fig. 7;

Fig. 9 einen Längsschnitt, der den Zustand zeigt, in dem eine Lehre zur Steuerung der Position entlang der optischen Achse und der Neigung der zweiten Linse an dem Linsenhalter gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel angebracht ist;

Fig. 10 einen Längsschnitt, der den Zustand zeigt, in dem ein Metallstempel zur Herstellung des Linsenhalters zusammengefügt und ein Formmaterial in den Metallstempel zur Herstellung des Linsenhalters eingebracht ist, wobei der Metallstempel einen ersten Metallstempel und einen zweiten Metallstempel aufweist, die zur Herstellung des Linsenhalters gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet werden;

Fig. 11 ein Diagramm, das die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzeichnungs-Aberration des Linsen-Doppelsatzes zeigt;

Fig. 12 ein Diagramm, das die transversale Aberration des Linsen-Doppelsatzes darstellt;

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines optischen Meßkopfes;

Fig. 14 ein Blockschaltbild einer Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung;

Fig. 15 einen Längsschnitt des Aufbaus einer Objektivlinsenvorrichtung, die den Objektivlinsen-Doppelsatz mittels eines herkömmlichen Linsenhalters hält;

Fig. 16 einen Längsschnitt des Aufbaus einer Objektivlinsenvorrichtung, in der zwei Sätze der Objektivlinsen durch den herkömmlichen Linsenhalter gehalten sind;

Fig. 17 einen Längsschnitt eines Metallstempels zur Herstellung des Linsenhalters mit einem ersten und einem zweiten Metallstempel, der zur Herstellung des herkömmlichen Linsenhalters verwendet wird;

Fig. 18 einen Längsschnitt eines Metallstempels für den Linsenhalter, gefüllt mit dem Material zur Formung des herkömmlichen Linsenhalters;

Fig. 19 eine Draufsicht des ersten Metallstempels des Metallstempels zur Formung des herkömmlichen Linsenhalters;

Fig. 20 eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, des Metallstempels von Fig. 17, bei dem der zweite Metallstempel gegenüber dem ersten Metallstempel versetzt ist; und

Fig. 21 einen Längsschnitt des Aufbaus des Objektivlinsen-Doppelsatzes mit dem herkömmlichen Linsenhalter, der hergestellt wurde, als der zweite Metallstempel gegenüber dem ersten Metallstempel versetzt war.

Bezug nehmend auf die Zeichnungen, werden nun bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben. Das erste Ausführungsbeispiel ist auf einen Linsenhalter gerichtet, der einen Objektivlinsen-Doppelsatz trägt, der bei der Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium verwendet wird. Das Informationsaufzeichnungsmedium ist eine nur abspielbare optische Disk, eine optische Phasenänderungs-Disk, eine magneto-optische Disk oder eine optische Karte. Im folgenden wird das Informationsaufzeichnungsmedium einfach als Disk bezeichnet.

An einem Linsenhalter 4 sind eine erste Linse 2 und eine zweite Linse 3 befestigt, die einen Linsen-Doppelsatz bilden, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Die so in dem Linsenhalter 4 zusammengebauten Linsen 2, 3 sind auf der optischen Achse angeordnet, um eine Objektivlinse zu bilden. Das optische System, gebildet durch die Linsen 2, 3, stellt ein sogenanntes Unendlich-System dar, bei dem ein Objektpunkt an einer unendlich weiten Position positioniert ist. Der Linsen-Doppelsatz besitzt eine numerische Apertur NA von nicht weniger als 0,75. Die Konstruktion mit dem Linsenhalter 4 und den in dem Linsenhalter 4 eingefügten Linsen 2, 3 wird nachfolgend als Objektivlinsenvorrichtung 1 bezeichnet.

Die erste Linse 2 ist eine Linse, auf die von einer nicht dargestellten Lichtquelle ausgestrahlte Laserlicht fällt. Ein Mittelabschnitt der Oberfläche der ersten Linse 2, welcher der zweiten Linse 3 zugewandt ist und nachfolgend als die Abstrahlungsfläche bezeichnet wird, ist als eine asphärische Linsenoberfläche 2a geformt. Ein Außenrand der Linsenoberfläche 2a ist mit einem ebenen Abschnitt senkrecht zur optischen Achse gebildet. Die abgewandte Oberfläche der ersten Linse 2, auf die das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht fällt und die nachfolgend als Einstrahlungsfläche bezeichnet wird, besitzt einen als eine asphärische Linsenoberfläche 2b geformten Mittelabschnitt. Am Außenrand der Linsenoberfläche 2b ist ein ebener Abschnitt senkrecht zur optischen Achse ausgebildet.

Die zweite Linse 3 ist eine Linse in der Objektivlinsenvorrichtung 1, die der Disk zugewandt ist. Die Oberfläche 3a dieser zweiten Linse 3, welche der nicht dargestellten Disk zugewandt ist, ist eben, während die abgewandte Oberfläche der zweiten Linse 3, die der ersten Linse 2 zugewandt ist, einen als eine asphärische Linsenoberfläche 3b geformten Mittelabschnitt aufweist, wobei der Außenrand der Linsenoberfläche 3b mit einem ebenen Abschnitt senkrecht zur optischen Achse ausgebildet ist. Die Oberfläche 3a wird nachfolgend als die Frontfläche bezeichnet, während die abgewandte Oberfläche nachfolgend als die Einstrahlungsfläche bezeichnet wird. Diese zweite Linse 3 hat einen Außendurchmesser  $d_2$ , der kleiner als der Außendurchmesser  $d_1$  der ersten Linse 2 ist ( $d_1 > d_2$ ).

In der folgenden Erläuterung wird die Seite der Objektivlinsenvorrichtung 1, auf die das von der Lichtquelle ausgehende Licht fällt, die Objektpunktseite genannt, und die Seite der Objektivlinsenvorrichtung 1, auf der durch das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht ein Bild gebildet wird, wird die Bildpunktseite genannt. Somit sind sowohl die erste als auch die zweite Linse 2, 3 an ihren Objektpunktseiten mit asphärischen Linsenoberflächen ausgebildet.

Die erste und die zweite Linse 2, 3 können die gleichen sein, wie die erste und die zweite Linse, die in Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläutert wurden. Das heißt, der Linsenhalter 4 gemäß der vorliegenden Erfindung kann mit Einheitslinsen 2, 3 benutzt werden, um die Objektivlinsenvorrichtung 1 zu bilden, ohne die Linsenform zu bearbeiten.

Der Linsenhalter 4 weist im wesentlichen eine Ringform auf und ist mit einem Befestigungsabschnitt 4a für die erste Linse 2 und einem Befestigungsabschnitt 4b für die zweite Linse 3 an der inneren Objektpunktseite bzw. Bildpunktseite ausgebildet. Der Linsenhalter 4 ist auch mit Referenzflächen 4a1, 4b1 für die Richtung der optischen Achse zum Steuern der Positionen und der Neigungen entlang der Richtung der optischen Achse der Linsen 2, 3 derart ausgebildet, daß diese Referenzflächen in der gemeinsamen Richtung, d. h. der Richtung der optischen Achse, ausgerichtet sind. Die Linsen 2, 3 sind an den Referenzflächen 4a1, 4b1 für die Richtung der optischen Achse befestigt. Der Linsenhalter 4 ist aus einem wärmeaushärtenden (Kunst-)Harzmaterial geformt.

Der Befestigungsabschnitt 4a für die erste Linse 2, nachfolgend als der erste Befestigungsabschnitt bezeichnet, ist in der Art einer Stufe als ein Teil an der inneren Einfassung der Objektpunktseiten-Öffnung geformt und mit einer Referenzfläche 4a1 für die Richtung der optischen Achse und dem Objekt zugewandt und mit einer zylindrischen Referenzfläche 4a2 für die radiale Richtung mit der optischen Achse als Achse ausgebildet. Die Referenzfläche 4a2 für die radiale Richtung hat einen etwas kleineren Durchmesser als der Außendurchmesser  $d_1$  der ersten Linse 2.

Der Befestigungsabschnitt 4b für die zweite Linse 3, der nachfolgend als der zweite Befestigungsabschnitt bezeichnet wird, ist auf der Objektpunktseite eines Vorsprungs 4d geformt, der sich von der Innenfläche der Objektpunktseiten-Öffnung entlang des Radius der zweiten Linse 3 erstreckt, und ist mit einer zweiten Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse und dem Objekt zugewandt und mit einer zylindrischen Referenzfläche 4b2 für die radiale Richtung und mit der optischen Achse als Achse ausgebildet. Die Referenzfläche 4b2 für die radiale Richtung besitzt einen etwas kleineren Durchmesser als den Außendurchmesser  $d_2$  der zweiten Linse 3.

In dem Linsenhalter 4, der wie oben erläutert aufgebaut ist, sind die erste Referenzfläche 4a1 für die Richtung der op-

tischen Achse des ersten Befestigungsabschnitts 4a und die zweite Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse des zweiten Befestigungsabschnitts 4b zur Objektpunktseite hin ausgerichtet und dienen als Referenzflächen bei der Bestimmung des Abstandes zwischen der ersten und der zweiten Linse 2, 3 entlang der Richtung der optischen Achse. Die erste Referenzfläche 4a1 für die Richtung der optischen Achse und die zweite Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse dienen auch als Referenzflächen für die Steuerung der Neigung der Linsen 2, 3. Die Richtungen der ersten Referenzfläche 4a1 für die Richtung der optischen Achse und der zweiten Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse sind im Gegensatz zum herkömmlichen Linsenhalter, bei dem diese Richtungen sich um 180° voneinander unterscheiden, die gleichen. Andererseits dienen die Referenzfläche 4a2 für die radiale Richtung des ersten Befestigungsabschnitts 4a und die Referenzfläche 4b2 für die radiale Richtung des zweiten Befestigungsabschnitts 4b als Referenzflächen zur Bestimmung der radialen Positionen der ersten und der zweiten Linse 2, 3.

Der erste Befestigungsabschnitt 4a hat einen größeren Durchmesser als der zweite Befestigungsabschnitt 4b, d. h. der erste Befestigungsabschnitt 4a und der zweite Befestigungsabschnitt 4b sind an der Innenseite des Linsenhalters 4 nach außen, d. h. zur Seite des Objekts hin, gerichtet ausgebildet.

An dem Linsenhalter 4, der wie oben erläutert konstruiert ist, ist der Außenrand 2c der ersten Linse 2 auf dem ersten Befestigungsabschnitt 4a befestigt. Der Außenrand 3c der zweiten Linse 3 ist auf dem zweiten Befestigungsabschnitt 4b befestigt.

Die erste und die zweite Linse 2, 3 sind auf dem Linsenhalter 4 mittels Preßpassung befestigt, weil der Durchmesser der Referenzfläche 4a2 für die radiale Richtung des als Befestigungsabschnitt für die erste Linse 2 geeigneten, ersten Befestigungsabschnitts 4a etwas kleiner als der Außendurchmesser d1 der ersten Linse 2 ist, der Durchmesser der Referenzfläche 4b2 für die radiale Richtung des Befestigungsabschnitts 4b der zweiten Linse 3 etwas kleiner als der Außendurchmesser d2 der zweiten Linse 3 ist, und der Linsenhalter 4 aus einem (Kunst-)Harzmaterial geformt ist.

Wenn die Objektivlinsenvorrichtung 1 durch Preßpassung der Linsen 2, 3 auf dem Linsenhalter 4 zusammengebaut wird, können die Linsen 2, 3 als Linsen konstruiert sein, die die durch die Preßpassung verursachte Deformation berücksichtigen. Nach der Preßpassung der Linsen 2, 3 an den Linsenhalter 4 können die Linsen 2, 3 an dem Linsenhalter 4 zum Beispiel mittels eines UV-aushärtenden Harzes befestigt werden.

Es wird nun das Herstellungsverfahren für den Linsenhalter 4 erläutert. Der Linsenhalter 4 wird mittels eines Stempels 51 (erster Metallstempel) und einer Matrize 52 (zweiter Metallstempel) gefertigt, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind. Wenn die Stempel 51, 52 zusammengefügt sind, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, wird ein Formmaterial (wärmeaushärtendes Harzmaterial) 4a zur Herstellung des Linsenhalters 4 in einen Hohlraum zwischen dem ersten Metallstempel 51 und dem zweiten Metallstempel 52 eingebracht, um den Linsenhalter 4 zu formen.

Der erste Metallstempel 51 der Metallgußform zur Herstellung des Linsenhalters 4 ist mit einem Formabschnitt zum Formen des gesamten Linsenbefestigungsabschnitts versehen. Das heißt, ein Formabschnitt (erster Befestigungsabschnitt-Formabschnitt) 51i zum Formen des ersten Befestigungsabschnitts 4a und ein Formabschnitt (zweiter Befestigungsabschnitt-Formabschnitt) 51j zum Formen des zweiten Befestigungsabschnitts 4b sind an dem ersten Metallstempel 51 vorgesehen.

Der erste Metallstempel 51 besteht aus einer Basis 51b und einem auf der Basis 51b vorgesehenen Vorsprung 51c und ist in seiner Gesamtheit im wesentlichen konvexförmig ausgebildet.

Die Basis 51b ist im wesentlichen eine ebene Platte. Die Basis 51b weist an einem Mittelabschnitt der Hauptfläche 51b1 den Vorsprung 51c auf, der in die Richtung des zweiten Metallstempels 52 zeigt, d. h. in die Richtung zum Bild der Objektivlinsenvorrichtung 1, die nachfolgend als Bildpunktseitenrichtung bezeichnet wird. Die äußere Einfassung der Hauptfläche 51b1 der Basis 51b dient als Anschlagfläche 51b2, die gegen eine entsprechende Anschlagfläche 52c1 des zweiten Metallstempels 52 drückt.

Der Vorsprung 51c besteht aus mehreren Stufen 51d, 51e, 51f und 51g, welche in Bildpunktseitenrichtung fortlaufend kleinere Durchmesser aufweisen. Bei dem Vorsprung 51c dient die Hauptfläche 52g1 der Stufe 51g am distalen Ende des Vorsprungs als Anschlagfläche gegen eine entsprechende Hauptfläche 52b1 des zweiten Metallstempels 52, wie nachfolgend erläutert wird.

Am ersten Metallstempel 51 besteht der erste Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51i aus einer der Bildpunktseite zugewandten Fläche 51d1 des Außenumfangs der Stufe 51d und aus einer Außenseite 51d2 der Stufe 51d, während der zweite Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51j aus einer der Bildpunktseite zugewandten Fläche 51f1 des Außenumfangs der Stufe 51f und aus einer Außenseite 51f2 der Stufe 51f besteht.

Der zweite Metallstempel 52 besteht aus einem Boden 52b, der im wesentlichen die Form einer ebenen Platte hat, und einem Seitenwandabschnitt 52c, welcher auf dem Außenrand der Hauptfläche 52b1 des Bodens 52b in Richtung zur Objektpunktseite der Objektivlinsenvorrichtung 1, welche nachfolgend als Objektpunktseitenrichtung bezeichnet wird, steht. Der zweite Metallstempel 52 hat in seiner Gesamtheit im wesentlichen eine vertiefte Konstruktion.

Der Bereich in der Mitte der Hauptfläche 52b1 des Bodens 52b bildet eine Anschlagfläche, die gegen die oben genannte Hauptfläche 51g1 der Stufe 51g des ersten Metallstempels 51 drückt. Der Seitenwandabschnitt 52c ist ein Teil des zweiten Metallstempels 52, der auf dem Außenrand der Hauptfläche 51b1 der Basis 51b des ersten Metallstempels 51 aufliegt, wobei die Stirnseite 52c1 des Seitenwandabschnitts 52c eine Anschlagfläche bildet, welche gegen die Anschlagfläche 51b2 des ersten Metallstempels 51 drückt.

Wenn die Metallstempel 51, 52 zusammengefügt sind, wie in Fig. 2 dargestellt, wird das Formmaterial 4 in einen Spalt der Metallgußformen 51, 52 eingebracht, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, um den Linsenhalter 5 durch Spritzgießen zu formen.

Der erste Befestigungsabschnitt 4a wird durch den an dem ersten Metallstempel 51 ausgebildeten ersten Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51i geformt, während der zweite Befestigungsabschnitt 4b durch den an dem ersten Metallstempel 51 ausgebildeten zweiten Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51j geformt wird. Insbesondere wird der Linsenhalter 4 aus dem ersten Metallstempel 51 und dem zweiten Metallstempel 52 geformt, wohingegen der erste Befestigungsabschnitt 4a und der zweite Befestigungsabschnitt 4b nur durch einen der Metallstempel, d. h. in diesem Ausführungsbeispiel durch den ersten Metallstempel 51, geformt werden. Anders ausgedrückt, wirkt der zweite Metallstempel 52 in



diesem Ausführungsbeispiel nur als ein Metallstempel zum Formen der Außenseiten des Linsenhalters 4.

Es wird nun angenommen, daß bei dem Herstellungsprozess des Linsenhalters 4 das Formmaterial 4 zur Formung des Linsenhalters eingebracht wird, wenn zwischen dem ersten und dem zweiten Metallstempel 51, 52 ein Offset bezüglich Exzentrizität, Neigung und Abstand existiert. Insbesondere wird angenommen, daß der zweite Metallstempel 52 bezüglich des ersten Metallstempels 51 einen Offset aufweist, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

Insbesondere wird, sollte der zweite Metallstempel 52 relativ zu dem ersten Metallstempel 51 versetzt sein, wie in Fig. 4 gezeigt, aufgrund des Offsets einer Mittelachse O2 des zweiten Metallstempels 52 bezüglich der Mittelachse O1 des ersten Metallstempels 51 ein Offset X in der Exzentrizität erzeugt. Außerdem werden aufgrund der Schrägstellung der Mittelachse O2 des zweiten Metallstempels 52 bezüglich der Mittelachse O1 des ersten Metallstempels 51 ein Offset  $\theta$  in der Neigung und aufgrund der Trennung des zweiten Metallstempels 52 vom ersten Metallstempel 51 ein Offset Z erzeugt.

Wenn der zweite Metallstempel 52 relativ zum ersten Metallstempel 51 versetzt ist, so daß Offsets X,  $\theta$  und Z bezüglich der drei Elemente Exzentrizität, Neigung und Abstand erzeugt werden, werden jedoch der erste und der zweite Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51i, 51j durch diese Offsets nicht beeinflusst, da der erste Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51i und der zweite Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 51j beide an dem ersten Metallstempel 51 ausgebildet sind. So werden der erste Befestigungsabschnitt 4a und der zweite Befestigungsabschnitt 4b in dem Linsenhalter 4 geformt, ohne durch die Positionsverschiebung des ersten und des zweiten Metallstempels 51, 52 beeinträchtigt zu sein, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

Die obigen Ausführungen beziehen sich auf die Erläuterung des ersten Ausführungsbeispiels des Linsenhalters 4, des Herstellungsverfahrens für diesen Linsenhalter 4, des Metallstempels zur Herstellung dieses Linsenhalters 4 und der Objektlinse.

Es wird nun der Linsenhalter 14 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel erklärt.

Der Linsenhalter 4 des ersten Ausführungsbeispiels enthält einen Vorsprung 4d an der Außeneinfassung einer Gegenfläche 3a der zweiten Linse 3, die der optischen Disk zugewandt ist. Der Linsenhalter 14 des zweiten Ausführungsbeispiels kann dagegen die zweite Linse 3 ohne Vorsehen irgendeines Abschnitts an der Gegenfläche 3a der zweiten Linse 3 halten.

Der Linsenhalter 14 des zweiten Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen ringförmig ausgebildet, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. An der Innenseite des Linsenhalters 14 sind Befestigungsabschnitte 14a, 14b für die erste bzw. die zweite Linse 2, 3 ausgebildet.

Der erste Befestigungsabschnitt 14a hat im wesentlichen das gleiche Profil wie im Falle des oben beschriebenen Linsenhalters 4. Das heißt, der erste Befestigungsabschnitt 14a ist als eine Stufe einteilig mit der Innenseite der Öffnung der Objektpunktseite geformt, und er ist als ein Teil aus einer ersten Referenzfläche 14a1 für die Richtung der optischen Achse und der Objektpunktseite der ersten Linse zugewandt und aus einer zylindrischen Referenzfläche 14a2 für die radiale Richtung und mit der optischen Achse als Achse geformt.

Dagegen ist der zweite Befestigungsabschnitt 14b an der Bildpunktseiten-Öffnung vorgesehen und weist eine zylindrische Referenzfläche 14b2 für die radiale Richtung und mit der optischen Achse als Achse auf. Der zweite Befestigungsabschnitt 14b ist aber nicht mit der Funktion der Steuerung der Position und der Neigung der zweiten Linse in Richtung der optischen Achse versehen. Somit wird eine Vorrichtung zur Steuerung der zweiten Linse 3 betreffend die Position und Neigung entlang der Richtung der optischen Achse benötigt.

Bezug nehmend auf Fig. 7 wird nun eine Vorrichtung zur Steuerung der Position entlang der optischen Achse und der Neigung der zweiten Linse 3 erläutert. In Fig. 7 ist die zweite Linse 3 entlang der optischen Achse und bezüglich der Neigung der zweiten Linse 3 mittels einer Halterung 70 positioniert, die im wesentlichen eine flache, ringförmige Halterung 70 in dem Linsenhalter 14 ist. Das heißt, es ist eine Halterung 70 vorgesehen, welche die Funktion der Steuerung der Position entlang der optischen Achse und der Neigung der zweiten Linse 3 hat, ähnlich wie der Vorsprung 4d des Linsenhalters 4. Diese Halterung 70 ist bezüglich der zweiten Linse 3 auf der Objektpunktseite angeordnet, und durch eine Bildpunktseiten-Referenzfläche 70a der Halterung 70 sind der ebene Flächenabschnitt 3d der zweiten Linse 3 und eine Befestigungsfläche 14c an der Innenseite des Linsenhalters 14 zur Objektpunktseite zueinander ausgeglichen, um die Richtung der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 zu steuern. Das heißt, die Richtung der Referenzfläche entlang der optischen Achse wird um  $180^\circ$  in die Richtung entlang der optischen Achse geändert, um die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 zu kontrollieren.

Insbesondere wird die Halterung 70 an dem Linsenhalter 14 durch Einsetzen der Halterung 70 durch eine Öffnung des Linsenhalters 14, in der die erste Linse 2 befestigt wird, in einem derartigen Zustand montiert, in dem die erste und die zweite Linse 2, 3 noch nicht an dem Linsenhalter 14 befestigt sind. Die Innenseite des Linsenhalters 14 ist mit einer der Objektpunktseite zugewandten Befestigungsfläche 14c ausgebildet, auf der die Halterung 70 angebracht wird.

Durch Befestigen der Halterung 70 an dem Linsenhalter 14 steht die Referenzfläche 70a der Halterung 70 in radialer Richtung der Linse zur optischen Achse vor und stößt an den ebenen Abschnitt 3d der zweiten Linse 3, um als eine zur Bildpunktseite gerichtete Referenzfläche zu dienen.

Das heißt, die erste Linse 2 wird an dem Linsenhalter 14 befestigt, während die zweite Linse 3 an der Referenzfläche 70a der Halterung 70 im Linsenhalter 14 befestigt wird. Bei der Befestigung der zweiten Linse 3 im Linsenhalter 14 wird der ebene Abschnitt 3d der Einstrahlungsfläche 3b der zweiten Linse 3 in Anschlag gegen die Referenzfläche 70a gebracht. Dies positioniert die zweite Linse 3, da sie in der Position entlang der optischen Achse und in der Neigung gesteuert wird. So hat in Wirklichkeit der an dem Linsenhalter 14 in der gleichen Richtung wie die erste Referenzfläche 14a1 entlang der optischen Achse des ersten Befestigungsabschnitts 14a ausgebildete Befestigungsabschnitt 14c eine Funktion ähnlich der zweiten Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse des Linsenhalters 4, um als zweite Referenzfläche für die Richtung der optischen Achse zu dienen, welche die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 steuert.

Die Halterung 70 kann so konstruiert sein, daß eine imaginäre Fläche, die jeden Scheitelpunkt des die Linse an drei Stellen tragenden Vorsprungs enthält, die Referenzfläche 70a bildet. Insbesondere ist die Referenzfläche 70a der Halterung 70 durch vorzugsweise drei beschlagartige Vorsprünge 70a1, 70a2, 70a3 an der Innenseite der Halterung 70 kon-



struiert, wie dies in Fig. 8 deutlich zu erkennen ist. Dies kontrolliert und setzt die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 durch die Referenzfläche, die aus der imaginären Ebene mit den Vorsprüngen 70a1, 70a2, 70a3 gebildet ist.

Die Halterung 70 kann nach der Befestigung der zweiten Linse 3 aus dem Linsenhalter 14 wieder entfernt werden. Alternativ kann die Halterung 70 auch in dem Linsenhalter 14 verbleiben. Wenn die Halterung 70 in einer wieder aus dem Linsenhalter 14 entfernbaren Form ausgebildet ist, kann die zweite Linse 3 mittels eines Klebemittels an dem Linsenhalter 14 befestigt und anschließend die Halterung 70 entfernt werden.

Indem die Halterung 70 in einer nach der Anbringung der zweiten Linse 3 an dem Linsenhalter 14 wieder lösbaren Form ausgebildet wird, kann die Objektivlinse 1 in ihrer Gesamtheit im Gewicht reduziert werden, um die Funktionsfähigkeit des die Objektivlinse 1 antreibenden Stellgliedes zu verbessern.

Die zweite Linse 3 kann anstelle der oben beschriebenen Halterung 70 ebenso unter Verwendung einer zylindrischen Lehre 71 positioniert werden, deren Stirnfläche entsprechend der Hauptfläche der Halterung 70 geformt ist. Das heißt, die zweite Linse 3 kann bezüglich der Richtung der optischen Achse und der Neigung durch Anbringen einer im wesentlichen zylindrischen Lehre 71 positioniert werden, wie dies in Fig. 9 gezeigt ist. Dies bedeutet, die Lehre 71 wird zur Steuerung der Position der zweiten Linse 3 entlang der optischen Achse verwendet und bezüglich der zweiten Linse 3 an der Objektpunktseite angeordnet. Durch die Referenzfläche 71a als Bildpunktseiten-Stirnfläche der Lehre 71 werden der ebene Abschnitt 3d der zweiten Linse 3 und die zur Objektpunktseite gerichtete, an der Innenseite des Linsenhalters 14 ausgebildete Befestigungsfläche 14c miteinander abgeglichen, um die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 zu steuern. Das heißt, die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse werden durch Umdrehen der Richtung der Referenzfläche entlang der Richtung der optischen Achse um 180° gesteuert.

Insbesondere wird beim Einbringen der Lehre 71 in den Linsenhalter 14 die Lehre 71 durch eine Öffnung eingesetzt, in der die erste Linse 2 des Linsenhalters 14 befestigt wird, solange die erste und die zweite Linse 2, 3 nicht am Linsenhalter 14 angebracht sind, um die Lehre 71 in ihre Position an der Innenseite des Linsenhalters 14 zu bringen. Die Innenseite des Linsenhalters 14 ist mit einer der Objektpunktseite zugewandten Befestigungsfläche 14c ausgebildet. Die Lehre 71 wird in den Linsenhalter 14 eingeführt, bis die als Referenzfläche 71a dienende Stirnfläche der Lehre 71 gegen die Befestigungsfläche 14c anstößt.

Durch Einbringen der Lehre 71 in den Linsenhalter 14 auf diese Art und Weise steht die Referenzfläche 71a der Lehre 71 entlang des Radius der Linse zum Anschlag gegen den ebenen Abschnitt 3d der zweiten Linse 3 vor, wodurch die Referenzfläche 71a als eine zur Bildpunktseite gerichtete Referenzfläche gebildet wird.

Das heißt, bevor die erste Linse 2 an dem Linsenhalter 14 befestigt wird, wird die zweite Linse 3 an dem Linsenhalter 14 mit Hilfe der Referenzfläche 71a der Lehre 71 als Referenzfläche angebracht. Beim Befestigen der zweiten Linse 3 an dem Linsenhalter 14 stößt der ebene Abschnitt 3d der Einstrahlungsoberfläche 3b der zweiten Linse 3 gegen die Referenzfläche 71a. Da die Referenzfläche 71a eine Positionierfunktion ähnlich derjenigen der ersten Referenzfläche 14a1 für die Richtung der optischen Achse besitzt, wird die zweite Linse 3 positioniert, während sie bezüglich der Position entlang der optischen Achse und der Neigung gesteuert wird. So hat in Wirklichkeit die an dem Linsenhalter 14 in der gleichen Richtung wie die erste Referenzfläche 14a1 des ersten Befestigungsabschnitts 14a ausgebildete Befestigungsfläche 14c eine Funktion ähnlich derjenigen der zweiten Referenzfläche 4b1 für die Richtung der optischen Achse des Linsenhalters 4, und dient als die zweite Referenzfläche für die Richtung der optischen Achse zum Steuern der Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3.

Die Stirnfläche der Lehre 71 kann derart konstruiert sein, daß die virtuelle Fläche, welche die Scheitelpunkte der die Linse an wenigstens drei Stellen tragenden Vorsprünge enthält, die Referenzfläche 71a bildet, wie in dem Fall der oben beschriebenen Halterung 70. Vorteilhafterweise ist die Referenzfläche 71a der Lehre 71 in der Form von vorzugsweise drei beschlagartigen Vorsprüngen an der Innenseite der Lehre 71 ausgebildet. Hierdurch wird die zweite Linse 3 positioniert, indem die Richtung der optischen Achse und die Neigung durch die aus einer imaginären Ebene mit den Vorsprüngen gebildete Referenzfläche gesteuert werden.

Nachdem die zweite Linse 3 in dem Linsenhalter 14 positioniert und an dem Linsenhalter 14 mittels eines Klebemittels befestigt ist, wird die Lehre 71 wieder aus dem Linsenhalter 14 entfernt. Da die Lehre 71 im Gegensatz zu der Halterung 70 nicht in dem Linsenhalter 14 verbleibt, kann das Gewicht der gesamten Objektivlinse 1 verringert werden, um die Leistungsfähigkeit des die Objektivlinse 1 antreibenden Stellgliedes zu erhöhen.

Die die zweite Linse 3 tragende Referenzfläche kann auch im Fall des oben beschriebenen Linsenhalters 4 des ersten Ausführungsbeispiels als eine Dreipunkt-Beschlagform angeordnet sein. In diesem Fall kann der Vorsprung 4d in dem Linsenhalter 4 in der vorgenannten Dreipunkt-Beschlagform konstruiert sein.

Fig. 10 zeigt einen Metallstempel für die Herstellung des Linsenhalters gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, mit einem ersten Metallstempel 61 und einem zweiten Metallstempel 62, der zur Herstellung des oben unter Bezug auf Fig. 6 beschriebenen Linsenhalters 14 benutzt wird. Dieser erste Metallstempel 61 hat im wesentlichen die gleiche Form wie der erste Metallstempel 51 der Fig. 2 und 3, während der zweite Metallstempel 62 im wesentlichen die gleiche Form wie der zweite Metallstempel 52 der Fig. 2 und 3 aufweist.

Der erste Metallstempel 61 besteht aus einer Basis 61b und einem auf der Basis 61b vorgesehenen Vorsprung 61c, und ist in seiner Gesamtheit im wesentlichen konvex geformt. Die Basis 61b hat im wesentlichen die Form einer flachen Platte. Der Vorsprung 61c ist an einem Mittelabschnitt der Hauptfläche 61b1 der Basis 61b vorgesehen. Der Außenrand der Hauptfläche 61b1 der Basis 61b bildet eine Anschlagfläche 61b2, die gegen eine Anschlagfläche 62c1 des zweiten Metallstempels 62 drückt, wie später erläutert.

Der Vorsprung 61c ist mit mehreren Stufen 61d, 61e und 61f ausgebildet, die in Richtung des Bildpunktes fortlaufend kleinere Durchmesser aufweisen. Am Vorsprung 61c bildet die Hauptfläche 61f1 der Stufe 61f als distales Ende des Vorsprungs 61c eine Oberfläche, die gegen eine entsprechende Hauptfläche 62b1 des zweiten Metallstempels 62 drückt.

Bei diesem ersten Metallstempel 61 besteht ein erster Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 61i zur Formung des Befestigungsabschnitts 14a für die erste Linse 2 aus einer der Bildpunktseite zugewandten Fläche 61d1 des Außenrandes

der Stufe 61d und aus einer Außenseite 61d2 der Stufe 61d, während der zweite Befestigungsabschnitt-Formabschnitt 61j zur Formung des Befestigungsabschnitts 14b für die zweite Linse 3 aus einer Außenseite 61f2 der Stufe 61f besteht.

Der zweite Metallstempel 62 besteht aus einem Boden 62b, der im wesentlichen die Form einer flachen Platte aufweist, und einem Seitenwandabschnitt 62c, der aufrecht auf der Umrandungsfläche der Hauptfläche 62b1 in Richtung zur Objektpunktseite steht.

Der Bereich um den Mittelabschnitt der Hauptfläche 62b1 des Bodens 62b bildet eine Anschlagfläche, die gegen die Hauptfläche 61f1 der Stufe 61f des ersten Metallstempels 61 drückt. Der Seitenwandabschnitt 62c ist ein Teil des zweiten Metallstempels 62, der auf dem Außenrand der Hauptfläche 61b1 der Basis 61b des ersten Metallstempels 61 aufliegt, wobei die Stirnfläche 62c1 des Seitenwandabschnitts eine Anschlagfläche bildet, die gegen die entsprechende Anschlagfläche 61b2 des ersten Metallstempels 61 drückt.

In dem Zustand, in dem die Metallgußformen 61, 62 zusammengefügt sind, wie dies in Fig. 10 dargestellt ist, wird das Formmaterial 14 in den Spalt zwischen den Metallgußformen 61, 62 eingebracht, um den Linsenhalter 14 durch Spritzgießen herzustellen.

Die Objektivlinsenvorrichtung 1 wird durch Befestigen der zwei Objektivlinsensätze, bestehend aus der ersten und der zweiten Linse 2, 3, an den oben beschriebenen Linsenhaltern 4, 14 aufgebaut. Die Linsenhalter 4, 14 werden mittels eines Metallstempels zur Herstellung des Linsenhalters mit einem ersten und einem zweiten Metallstempel gefertigt.

Die Linsenhalter 4, 14 sind mit einem ersten Befestigungsabschnitt und einem zweiten Befestigungsabschnitt ausgebildet, die sich bezüglich der Richtung der optischen Achse in die gleiche Richtung erstrecken. So werden durch den ersten und den zweiten Befestigungsabschnitt-Formabschnitt, die auf dem selben Metallstempel vorgesehen sind, die Linsenhalter 4, 14 mit dem ersten Befestigungsabschnitt und dem zweiten Befestigungsabschnitt geformt. Die Formabschnitte, welche die die jeweiligen Linsen tragenden Befestigungsabschnitte formen, sind an dem selben Metallstempel ausgebildet, so daß, wenn ein Offset bezüglich der Exzentrizität, der Neigung oder des Abstandes beim Zusammenfügen der zwei Metallstempel erzeugt wird, die relative Position zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungsabschnitt aufrechterhalten wird, ohne durch den Offset zwischen den zur Formung der Linsenhalter 4, 14 verwendeten Metallstempel beeinflusst werden. So hängen die Befestigungsabschnitte der Linsenhalter 4, 14 nur von den Fehlern in der Bearbeitungsgenauigkeit der Metallgußformen ab, sofern sie Fehler in der relativen Positionierung betreffen, so daß es, wenn die Objektivlinsenvorrichtung 1 ohne besondere Einstellung zusammengebaut wird, möglich ist, Fehler bezüglich der Exzentrizität, der Neigung und des Abstandes zwischen der ersten und der zweiten Linse 2, 3 zu unterdrücken. Dies verringert die durch den Offset beim Zusammenfügen der Metallgußformen verursachte optische Aberration.

Das heißt, da die Befestigungsabschnitt-Formabschnitte zum Formen der Befestigungsabschnitte für die Linsen alle an dem selben Metallstempel vorgesehen sind, beeinflusst ausschließlich der Metallstempel-Produktionsfehler die drei Elemente. Zum Beispiel betragen, da die Exzentrizität, die Neigung und der Abstand nur von dem Produktionsfehler des einzelnen Metallstempels abgeleitet werden, die Exzentrizität und der Abstand nur etwa 3  $\mu\text{m}$ , während die Neigung nur etwa 0,02° beträgt. In diesem Fall beträgt die Wellenfront-Aberration WFE für die Exzentrizität 0,05 rms $\lambda$ , die für den Abstandsfehler 0,012 rms $\lambda$  und die für die Neigung 0,008 rms $\lambda$ . So daß die ideale optische Abbildung ausreichend kleiner als der kritische Mareshall-Wert der WFE von 0,7 rms $\lambda$  als Grenzwert ist.

Wenn die Befestigungsabschnitt-Formabschnitte, wie bei dem herkömmlichen Herstellungsverfahren, in den unterschiedlichen Metallstempeln vorgesehen sind, kommt der Produktionsfehler der Metallstempel 301, 302 zu den kombinierten Offsets hinzu, so daß die Fehler in der Exzentrizität und im Abstand etwa 13  $\mu\text{m}$  betragen, während der in der Neigung etwa 0,087° beträgt, so daß, auch wenn die gleichen Linsen 2, 3 wie für die Objektivlinsenvorrichtung 1 der vorliegenden Erfindung in dem Linsenhalter 204 verwendet werden, die WFE für die Exzentrizität 0,023 rms $\lambda$ , die für den Abstandsfehler 0,051 rms $\lambda$  und die für die Neigung 0,035 rms $\lambda$  beträgt, welche deutlich größer als jene für den erfindungsgemäßen Linsenhalter 4, 14 sind.

Da die Linsen 2, 3 an den Linsenhaltern 4, 14 ohne zusätzliche Einstellung der Befestigungspositionen mit hoher Genauigkeit befestigt werden können, kann die Formgebung der Linsenhalter 4, 14 ausreichend optimiert werden. Ebenso wird, da die Linsen 2, 3 ohne Einstellung der Befestigungspositionen mit hoher Genauigkeit an den Linsenhaltern 4, 14 befestigt werden können, eine Massenproduktion mit geringeren Produktionskosten durchführbar.

Da der erste und der zweite Befestigungsabschnitt so an den Linsenhaltern 4, 14 angebracht sind, daß sie in einer gegebenen Richtung entlang der optischen Achse ausgerichtet sind, können die Linsen 2, 3 auf einfache Weise montiert werden. Zum Beispiel kann bei der Befestigung der jeweiligen Linsen 2, 3 dieser Arbeitsschritt ohne Neu-Ausrichtung der Linsenhalter 4, 14 zu den Linsenhalter-Haltelementen ausgeführt werden.

Wenn die Durchmesser der Referenzflächen in der radialen Richtung des ersten und des zweiten Befestigungsabschnitts der Linsenhalter 4, 14 etwas kleiner als die Außendurchmesser der Linsen 2, 3 eingestellt und die Linsen durch Preßpassung in ihren Positionen befestigt werden, können die Linsen 2, 3 auch einfach an den Linsenhaltern 4, 14 angebracht werden, während die Linsen 2, 3 einfach in der radialen Richtung positioniert werden können. Das heißt, wenn ein Spalt in der radialen Richtung der Linse zwischen dem Linsenhalter und der daran befestigten Linse existiert, ist die Linse maximal um einen dem Spalt entsprechenden Betrag versetzt. Ein solcher Versatz der Linsen 2, 3 kann durch die Preßpassung der Linsen 2, 3 in den Linsenhaltern 4, 14 vermieden werden.

Die Formgenauigkeit der Linsenhalter 4, 14 ist einfach durch Formen der Linsenhalter 4, 14 aus einem wärmeaushärtenden (Kunst-)Harz als Formmaterial sicherzustellen. Dies erlaubt eine hochpräzise Formgebung der Referenzflächen, welche die Positionen der Linsen 2, 3 bestimmen. Wenn beispielsweise der Außendurchmesser der Linse etwa 3 mm beträgt und das Formmaterial ein thermoplastisches Kunstharz ist, wird eine Exzentrizität von ungefähr 10 mm erzeugt. Wenn ein wärmeaushärtendes Kunstharz verwendet wird, kann die Exzentrizität auf etwa 3  $\mu\text{m}$  abgesenkt werden.

Der Abstand zwischen der Disk-Oberfläche und der Grenzfläche der Objektivlinse wird Arbeitsabstand genannt. Beim Linsenhalter 14 kann dieser Arbeitsabstand der Objektivlinse verringert werden, weil die Gegenfläche 3a der zweiten Linse 3 über die Diskseiten-Stirnseite des Linsenhalters 4 vorsteht und kein Risiko besteht, daß ein Teil des Linsenhalters 14 von der Grenzfläche der Objektivlinse (Gegenfläche 3a der zweiten Linse 3) vorsteht. Dies bedeutet, der Abstand zwischen der Disk und dem Linsenhalter kann auch in einem optischen System mit einem äußerst nahen Arbeitsabstand der

Objektivlinse gewährleistet werden.

Es kann angenommen werden, daß der Betrag des Vorstehens des Vorsprungs 4d des Linsenhalters 4 von der Grenzfläche der Objektivlinse entlang der optischen Achse nicht kleiner als 0,5 mm ist, weil eine ausreichende Stärke des aus Harz geformten Vorsprungs mit einem Betrag des Vorstehens von nicht größer als 0,5 mm nicht sichergestellt werden kann. So ist bei dem Linsenhalter 4 ein Arbeitsabstand der Objektivlinse von wenigstens 0,5 mm erforderlich. Somit kann bei dem Linsenhalter 14, welcher die zweite Linse 3 ohne den Vorsprung 4d positionieren und halten kann, die Objektivlinsenvorrichtung 1 mit einer Objektivlinse aufgebaut werden, deren Arbeitsabstand nicht größer als 0,5 mm ist. Mit der Objektivlinse mit einer hohen numerischen Apertur NA, vorzugsweise einer Objektivlinse mit einem Multi-Linsen-Aufbau, wird der Arbeitsabstand reduziert, so daß die obige Konstruktion effektiv ist, wenn die numerische Apertur NA nicht kleiner als 0,75 ist, wie dies bei dem vorliegenden Objektivlinsen-Doppelsatz der Fall ist.

Da der Objektivlinsen-Doppelsatz, der die hohe numerische Apertur NA ermöglicht, mit hoher Genauigkeit zusammengebaut werden kann, ist es möglich, eine optimale Funktionsfähigkeit der Objektivlinse zu erreichen, um eine hohe Aufzeichnungsdichte und eine große Kapazität des Informationsaufzeichnungsmediums zu verwirklichen.

Außerdem kann, wenn die Referenzfläche der Halterung 70 oder der Lehre 71, welche die Position entlang der optischen Achse und die Neigung der zweiten Linse 3 bezüglich des Linsenhalters 14 steuert, durch Dreipunkt-Beschlagvorsprünge 70a1, 70a2, 70a3 aufgebaut ist, der Kontaktbereich der zweiten Linse 3 mit der Halterung 70 oder der Lehre 71 verringert werden, so daß, wenn zum Zeitpunkt der Montage der zweiten Linse 3 an den Linsenhalter 14 Verunreinigungen in die Halterung 70 oder die Lehre 71 eindringen, kein Risiko besteht, daß die Verunreinigungen zwischen der zweiten Linse 3 und der Halterung 70 oder der Lehre 71 eingefangen werden, so daß die zweite Linse 3 genau in Position an dem Linsenhalter 14 befestigt werden kann. Wenn zum Beispiel die Halterung 70 und die Lehre 71 geformt sind, um den gesamten Umfang der zweiten Linse 3 zu stützen, könnte befürchtet werden, daß die Verunreinigungen zwischen der zweiten Linse 3 und der Halterung 70 bzw. der Lehre 71 eingefangen werden, um einen Offset in der Neigung der zweiten Linse 3 zu erzeugen. Durch Stützen der zweiten Linse an wenigstens drei Punkten kann jedoch der Effekt des Eindringens von Verunreinigungen ausgeschlossen werden, um eine Positionierung der zweiten Linse 3 ohne Erzeugung eines Offsets in der Neigung zu realisieren.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Objektivlinsenvorrichtung 1 durch einen Objektivlinsen-Doppelsatz aufgebaut. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Aufbau beschränkt. Das heißt, die Linsenhalter 4, 14 können auch konstruiert werden, um drei oder mehr Sätze von Linsen entlang der optischen Achse aufzunehmen. In diesem Fall kann die jeder Linse zugewandte Referenzfläche entlang der optischen Achse vorgesehen sein, um als Referenzfläche zur Steuerung der Position entlang der optischen Achse und der Neigung der Linse zu dienen.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Linsenhalter 4, 14 mittels Spritzgießen gefertigt. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konstruktion beschränkt. Zum Beispiel können die Linsenhalter 4, 14 auch durch maschinelle Bearbeitung hergestellt werden, wobei in diesem Fall ein Schneidbohrer oder dergleichen aus einer einzigen gegebenen Richtung zur Schneidbearbeitung eingeführt werden kann, um den Linsenhalter zu formen, und deshalb die Befestigungsabschnitte für die Linsen 2, 3 ohne eine Neu-Ausrichtung der Schnittmatrix des Werkzeugs vorgesehen werden können, um eine Formung der Befestigungsabschnitte der Linsen 2, 3 mit hoher Genauigkeit zu ermöglichen.

Ein beispielhafter Aufbau des Objektivlinsen-Doppelsatzes aus der ersten und der zweiten Linse 2, 3 und ein beispielhafter Aufbau der Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung zum Laden der Objektivlinsenvorrichtung 1 werden nachfolgend erläutert.

In der folgenden Tabelle 1 ist die Form, etc. der ersten und der zweiten Linse 2, 3 dargestellt.

Tabelle 1

Numerische Apertur NA / Brennweite / Eingangspupille $\phi$ (0,85 / 1,7647 mm / 3,00 mm)		Wellenlänge = 63,5 nm		
Oberfläche	Krümmungsradius in mm	axialer Abstand in mm	Brechungsindex Nd / Abbesche Zahl vd auf der Linie d	Brechungsindex N bei 635 nm
OBJ	$\infty$	$\infty$		
STO	$\infty$	0,0		
S1	R: 1,62730; C: -0,749875 E-4 K: -0,505660; D: -2,04775 E-3 A: -0,207368 E-2; E: 0,0 B: -0,999092; F: 0,0	1,643007	1,4955 / 81,6	1,494122
S2	R: 89,45684; C: -0,332978 E-2 K: 0,0; D: 0,921202 E-3 A: -0,291281 E-2; F: 0,0 B: -0,459860 E-2; F: 0,0	0,248290		
S3	R: 1,30215; C: 0,206089 E-3 K: -0,503781; D: 0,0 A: 0,193338 E-1; E: 0,0 B: 0,120697; F: 0,0	1,315085	1,58913 / 61,3	1,587011

S4	$\infty$		0,0		
S9	$\infty$		0,149386		
S10	$\infty$		0,1	1,51633 / 64,15	1,515014
S11	$\infty$		0,0		
IMG	$\infty$		0,0		

asphärische Formel:  $X = \frac{Y^2 / R}{1 + \{1 - (1 + K)(Y / R)\}^{1/2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + EY^{12} + FY^{14}$   
 X: Tiefe des Oberflächenseitelpunktes  
 Y: Höhe von der optische Achse  
 R: achsnahe R  
 K: konische Konstante  
 A: asphärische Koeffizienten des  $Y^4$ -Terms; B: asphärische Koeffizienten des  $Y^6$ -Terms; C: asphärische Koeffizienten des  $Y^8$ -Terms;  
 D: asphärische Koeffizienten des  $Y^{10}$ -Terms; E: asphärische Koeffizienten des  $Y^{12}$ -Terms; F: asphärische Koeffizienten des  $Y^{14}$ -Terms;

In der obigen Tabelle 1 ist ein Objekt OBJ, ein Öffnungsanschlag ist STO und die Linsenoberflächen sind S1, S2, S3, wobei die Disk-Aufzeichnungsoberfläche eine abbildende Oberfläche (IMG) ist.

Die Fig. 11 und 12 zeigen optische Charakteristika des optischen Systems aus dem Objektivlinsen-Doppelsatz. Die Fig. 11a, 11b und 11c geben die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration bzw. die Verzeichnungs-Aberration an. Die Fig. 12a und 12b geben die transversale Aberration mit einem Feldwinkel von  $0,5^\circ$  bzw. die axiale Transversal-Aberration an.

Fig. 13 stellt einen beispielhaften Aufbau eines optischen Meßkopfes mit der oben beschriebenen Objektivlinsenvorrichtung 1 dar. Ein optischer Meßkopf 101 ist auf einer Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe der Informationen auf eine bzw. von einer Disk (ein(em) Informationsaufzeichnungsmedium) 400 montiert und arbeitet zum Ausstrahlen des Laserlichts auf die Disk und zum Erfassen des von der Disk 400 zurück reflektierten Lichts.

In der folgenden Beschreibung ist die Disk 400 eine optische Phasenänderungs-Disk, auf die bzw. von der die Informationssignale aufgezeichnet und/oder wiedergegeben werden sollen. Jedoch kann das Informationsaufzeichnungsmedium ebenso eine nur abspielbar optische Disk, eine magneto-optische Disk oder eine optische Karte sein. Die optische Phasenänderungs-Disk ist im wesentlichen eine flache Scheibe mit einem Substrat 401, auf der eine Aufzeichnungsschicht 402 und eine Schutzschicht 403 in dieser Reihenfolge aufgebracht sind.

Der optische Meßkopf 101 weist eine nicht dargestellte Lichtquelle, einen Polarisations-Strahlteiler 102, eine Lambda-Viertel-Platte 103 und eine Objektivlinsenvorrichtung 1 mit einem Objektivlinsen-Doppelsatz auf. Ein Beugungsgitter und eine Sammellinse, nicht gezeigt, sind zwischen der Lichtquelle und dem Polarisations-Strahlteiler 102 angeordnet.

Die Lichtquelle ist ein Halbleiterlaser, der linear polarisiertes Laserlicht von beispielsweise 635 nm ausstrahlt. Die Lichtquelle sendet Laserlicht einer konstanten Ausgangsleistung für die Wiedergabe von Informationssignalen von der Disk 400 aus, während die Intensität des ausgesendeten Laserlichts entsprechend den Informationssignalen für die Aufzeichnung für die Aufzeichnung der Informationssignale auf die Disk 400 moduliert wird. Es gibt keine speziellen Einschränkungen bezüglich der Wellenlänge des von der Lichtquelle ausgestrahlten Laserlichts. Es ist aber vorteilhaft, Laserlicht einer kürzeren Wellenlänge zu verwenden, um eine höhere Aufzeichnungsdichte und eine größere Aufzeichnungskapazität zu erzielen.

Das von der Lichtquelle ausgesendete Laserlicht wird durch das nicht dargestellte Beugungsgitter gebeugt und dadurch in ein Licht 0ter Beugungsordnung, ein Licht der Beugungsordnung +1 und ein Licht der Beugungsordnung -1 aufgespalten. Das Licht 0ter Ordnung und das Licht der Beugungsordnungen  $\pm 1$  werden durch die nicht dargestellte Sammellinse geführt, um einen gebündelten Lichtstrahl zu erhalten.

Das so durch die Sammellinse gebündelte, einfallende Laserlicht wird durch einen Polarisations-Strahlteiler 102 übertragen, um auf eine Lambda-Viertel-Platte 103 zu fallen. Der durch die Lambda-Viertel-Platte 103 weiterlaufende Lichtstrahl wird in ein zirkularpolarisiertes Licht umgewandelt, welches dann auf die Objektivlinsenvorrichtung 1 fällt.

Die Objektivlinsenvorrichtung 1 enthält die erste Linse 2 und die zweite Linse 3, wie dies oben erläutert wurde. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Objektivlinsenvorrichtung 1 den Linsenhalter 14 auf. Das Laserlicht, welches durch die Lambda-Viertel-Platte 103 in zirkularpolarisiertes Licht umgewandelt wurde, wird durch die erste und die zweite Linse 2, 3 der Objektivlinsenvorrichtung 1 übertragen, um so auf die Aufzeichnungsoberfläche, welche die Oberfläche der Aufzeichnungsschicht 402 der Disk 400 ist, gebündelt zu werden.

Das einfallende Licht, das auf die Signalaufzeichnungsoberfläche der Disk 400 gebündelt wurde, wird durch diese Signalaufzeichnungsoberfläche reflektiert, um das Reflexionslicht zu bilden, welches dann durch die Objektivlinse der Objektivlinsenvorrichtung 1 übertragen wird, um auf die Lambda-Viertel-Platte 103 zu fallen. Dieses Reflexionslicht wird durch die Lambda-Viertel-Platte 103 übertragen, um einen linear polarisierten Lichtstrahl zu bilden, der um  $90^\circ$  bezüglich der Vorwärts-Polarisierungsrichtung des Lichts gedreht ist. Dieser linear polarisierte Lichtstrahl wird dann durch die reflektierende Oberfläche des Polarisations-Strahlteilers 102 reflektiert.

Das Reflexionslicht, welches durch den Polarisations-Strahlteiler 102 reflektiert wurde, wird durch eine Fokussierlinse 104 und eine Mehrfachlinse 105 geführt, um durch einen Photodetektor 106 erfaßt zu werden.

Die Mehrfachlinse 105 erzeugt eine astigmatische Aberration für den einfallenden Lichtstrahl. Diese astigmatische Aberration erlaubt die Fokussierung von zu erfassenden Servosignalen mittels des sogenannten astigmatischen Aberrationsverfahrens. Der Photodetektor 106 weist beispielsweise sechs Photodioden auf und gibt elektrische Signale aus, die der Intensität des Reflexionslichts des einfallenden Lichts auf die jeweiligen Photodioden entsprechen.

Die Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung wendet eine festgelegte Verarbeitung auf die durch den Photodetektor 106 ausgegebenen elektrischen Signale an, um fokussierende Servosignale und spurnachführende Servosignale durch das astigmatische Aberrationsverfahren bzw. das sogenannte Dreistrahl-Verfahren zu erzeugen, um ein biaxiales Stellglied 107 anzutreiben. Basierend auf den fokussierenden und den spurnachführenden Servosignalen betätigt das biaxiale Stellglied 107 die Objektivlinsenvorrichtung 1 entlang der optischen Achse der Objektivlinse und entlang des Radius der Disk 400.

Der Photodetektor 106 verarbeitet auch die elektrischen Signale, die der Intensität des auf die jeweiligen Photodioden einfallenden Reflexionslichts, um Wiedergabesignale von der Disk 400 zu erzeugen und auszugeben.

Es ist somit möglich, daß der optische Meßkopf 101 mit der Objektivlinsenvorrichtung 1 Informationssignale auf die bzw. von der Disk 400 schreibt und liest.

Es wird nun ein Ausführungsbeispiel einer Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung 121 mit diesem optischen Meßkopf 101 erläutert. Bezug nehmend auf Fig. 14, weist diese Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung 121 einen Spindelmotor 122 zum Drehantrieb der Disk 400, den optischen Meßkopf 101, einen Stellmotor 123 für die Bewegung des optischen Meßkopfes 101, einen Signalumsetzer 124 zur Ausführung von festgelegten Modulations- und Demodulationsvorgängen, eine Servosteuerung 125 zum Durchführen einer Servosteuerung des optischen Meßkopfes 101 und eine Systemsteuerung 126 zum Ausführen der gesamten Systemsteuerung auf.

Der Spindelmotor 122 treibt die Disk 400, die auf einem nicht dargestellten Drehteller geladen ist, mit einer festgeleg-

ten Drehgeschwindigkeit drehend an, und er wird basierend auf einem Steuersignal von der Servosteuerung 125 angetrieben.

Der optische Meßkopf 101 ist mit dem Signalumsetzer 124 verbunden. Bei der Aufzeichnung von Informationssignalen auf die Disk 400 leitet der optische Meßkopf 101 das Laserlicht, das zuvor einer Lichtintensitätsmodulation unterzogen wurde, auf die Disk 400. Das Laserlicht wurde basierend auf Signalen, die von einer externen Schaltung 127 ausgegeben wurden, in der Lichtintensität moduliert, wobei es in einer festgelegten Art und Weise durch den Signalumsetzer 124 moduliert wurde.

Bei der Wiedergabe von Informationssignalen leitet der optische Meßkopf das Laserlicht einer festgelegten Ausgangsstärke auf die Disk 400, um Wiedergabesignale aus dem Reflexionslicht zu erzeugen, um die Wiedergabesignale dann dem Signalumsetzer 124 weiterzuleiten.

Dieser optische Meßkopf 101 ist auch mit der Servosteuerung 125 verbunden. Der optische Meßkopf 101 erzeugt fokussierende Servosignale aus dem Reflexionslicht von der Disk 400, um die Servosignale der Servosteuerung 125 zuzuführen. Die Servosteuerung 125 führt einer Fokussier- und Spurnachführ-Steuerung durch das biaxiale Stellglied 107 unter der Kontrolle durch die Systemsteuerung 126 durch.

Der Signalumsetzer 124 ist mit der Systemsteuerung 126 verbunden und moduliert die Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabesignale unter der Steuerung der Systemsteuerung 126.

Ein Stellmotor 123 arbeitet zum Verschieben des optischen Meßkopfes 101 in eine festgelegte radiale Position der Disk 400 und wird mittels eines Steuersignals von der Servosteuerung 125 angetrieben.

Die Servosteuerung 125 steuert den Spindelmotor 122 und den Stellmotor 123 unter der Kontrolle der Systemsteuerung 126.

Mit der oben beschriebenen Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung 121 können die Informationen auf die bzw. von der Disk 400 aufgezeichnet und/oder wiedergegeben werden.

Mit der Aufzeichnungs- und/oder Wiedergabevorrichtung 121, die die Objektivlinsenvorrichtung 1 mit dem Objektivlinsen-Doppelsatz verwendet, bei dem während des Herstellungsverfahrens kein Positionsoffset zwischen der ersten und der zweiten Linse 2, 3 erzeugt wird, können Informationssignale auf die bzw. von der Disk 400 aufgezeichnet und/oder wiedergegeben werden, ohne die durch die oben genannten drei Fehlerelemente erzeugte Verschlechterung zu enthalten.

#### Patentansprüche

1. Linsenhalter, der eine Objektivlinse trägt, welche aus mehreren Linsen (2, 3) gebildet ist, die auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes (101) angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium (400) mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Linsen (2, 3) eine Objektivlinsenvorrichtung (1) bilden, **gekennzeichnet durch** mehrere Referenzflächen (4a1, 4b1; 14a1, 14c), die jeweils die Linsen (2, 3) zur Steuerung der Positionen der Linsen entlang der optischen Achsen und der Neigung der Linsen tragen, wobei die Referenzflächen (4a1, 4b1; 14a1, 14c) die Positionen der Linsen entlang der optischen Achsen und die Neigung der Linsen steuern.
2. Linsenhalter nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei Referenzflächen (4a1, 4b1; 14a1, 14c) zum Tragen der zwei Sätze von auf der optischen Achse angeordneten Linsen (2, 3).
3. Linsenhalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Referenzfläche (4a2, 4b2; 14a2, 14b2) in der radialen Richtung zum Positionieren der Linse (2, 3) entlang ihres Radius angrenzend an die Referenzfläche (4a1, 4b1; 14a1, 14c) vorgesehen ist.
4. Linsenhalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) aus einem elastischen Material geformt ist, und daß die Linse (2, 3) an der radialen Referenzfläche (4a2, 4b2; 14a2, 14b2) in Preßpassung einsetzbar ist.
5. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzfläche (4b1; 14c) eine imaginäre Ebene ist, die Scheitelpunkte von Vorsprüngen (70a1, 70a2, 70a3) enthält, die die Linse (3) an wenigstens drei Punkten tragen.
6. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) mittels Spritzgießen geformt ist.
7. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) aus einem wärmeaushärtenden Harz geformt ist.
8. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) eine Objektivlinse (2, 3) mit einer numerischen Apertur von nicht weniger als etwa 0,75 trägt.
9. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsabstand zwischen dem Informationsaufzeichnungsmedium (400) und der Objektivlinse (2, 3) nicht weniger als etwa 0,5 mm beträgt.
10. Linsenhalter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) eine Objektivlinse (2, 3) in einem optischen Meßkopf (101) mit einer Laserlicht ausstrahlenden Lichtquelle und einer Lichtempfangsvorrichtung (106) zum Empfangen des von dem Informationsaufzeichnungsmedium (400) reflektierten Lichts trägt.
11. Verfahren zur Herstellung eines Linsenhalters (4; 14), der eine Objektivlinse trägt, die aus mehreren Linsen (2, 3) aufgebaut ist, welche auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes (101) angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium (400) mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Linsen (2, 3) eine Objektivlinsenvorrichtung (1) bilden, mittels einer Spritzgießvorrichtung, die einen Metallstempel mit wenigstens einer Matrize (52; 62) und einem Stempel (51; 61) verwendet, dadurch gekennzeichnet, daß ein Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) zur Formung mehrerer Referenzabschnitte (4a, 4b; 14a, 14b) an dem Linsenhalter (4; 14) zum Tragen der mehreren Linsen (2, 3) an entweder dem Stempel (51; 61) oder der Matrize (52; 62) ausgebildet ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenhalter (4; 14) aus einem wärmeaushärtenden



den Harz geformt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Referenzabschnitt (4a, 4b; 14a, 14b) mit einer Referenzfläche (4b1; 14c) zur Steuerung der Neigung und der Position entlang der optischen Achse jeder Linse (2, 3) der Objektivlinse für jede Linse der Objektivlinse durch einen Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) geformt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Referenzflächen (4b1; 14c) von mehreren Referenzabschnitten (4a, 4b; 14a, 14b) in einer nur einer Richtung entlang der optischen Achse der Objektivlinse geformt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzabschnitte (4a, 4b; 14a, 14b) durch die Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) so geformt werden, daß sie Referenzflächen (4a1; 14a1) für die radiale Richtung zur Positionierung der Linsen (2, 3) der Objektivlinse entlang der Radialrichtungen der Linsen aufweisen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzabschnitte (4a, 4b; 14a, 14b) durch die Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) so geformt werden, daß sie Vorsprünge (70a1, 70a2, 70a3) aufweisen, die die Linsen (2, 3) der Objektivlinse an wenigstens drei Stellen tragen, so daß imaginäre Ebenen, welche die Scheitelpunkte der Vorsprünge enthalten, die Referenzflächen (4b1; 14c) bilden.

17. Metallstempel zur Herstellung eines Linsenhalters (4; 14) mit wenigstens einer Matrize (52; 62) und einem Stempel (51; 61), wobei der Metallstempel zur Herstellung eines Linsenhalters (4; 14) benutzt wird, der eine Objektivlinse trägt, die aus mehreren Linsen (2, 3) aufgebaut ist, welche auf einer optischen Achse eines optischen Meßkopfes (101) angeordnet sind, der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium (400) mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Linsen (2, 3) eine Objektivlinsenvorrichtung (1) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) zur Formung mehrerer Referenzabschnitte (4a, 4b; 14a, 14b) des Linsenhalters (4; 14) jeweils zum Befestigen der Linsen (2, 3) entweder an der Matrize (52; 62) oder an dem Stempel (51; 61) ausgebildet ist.

18. Metallstempel nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) jeden Referenzabschnitt (4a, 4b; 14a, 14b) so formt, daß er eine Referenzfläche (4b1; 14c) zur Steuerung der Neigung und der Position entlang der optischen Achse jeder Linse (2, 3) der Objektivlinse aufweist.

19. Metallstempel nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte der Referenzabschnitt-Formabschnitte (51i, 51j; 61i, 61j) zur Formung der Referenzflächen (4b1; 14c) in einer Richtung ausgebildet sind.

20. Metallstempel nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) den Referenzabschnitt (4a, 4b; 14a, 14b) so formt, daß er eine Referenzfläche (4a1; 14a1) für die radiale Richtung zur Positionierung der Linsen (2, 3) der Objektivlinse entlang der Radialrichtungen der Linsen aufweist.

21. Metallstempel nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzabschnitt-Formabschnitt (51i, 51j; 61i, 61j) den Referenzabschnitt (4a, 4b; 14a, 14b) so formt, daß er Vorsprünge (70a1, 70a2, 70a3) aufweist, welche die Linsen (2, 3) der Objektivlinse an wenigstens drei Stellen tragen, wobei imaginäre Ebenen, welche die Scheitelpunkte der Vorsprünge enthalten, die Referenzflächen (4b1; 14c) bilden.

22. Objektivlinsenvorrichtung für einen optischen Meßkopf (101), der zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von Informationssignalen auf ein bzw. von einem Informationsaufzeichnungsmedium (400) mittels Laserlicht konstruiert ist, wobei die Objektivlinsenvorrichtung aufweist:

eine Objektivlinse aus einer ersten Linse (2) und einer zweiten Linse (3); und einen Linsenhalter (4; 14) der die Objektivlinse trägt;

wobei wenigstens eine Oberfläche (2b, 3b) der ersten und der zweiten Linse (2, 3) einen als eine Linsenoberfläche geformten Mittelabschnitt aufweist, wobei am Außenrand der wenigstens einen Oberfläche (2b, 3b) ein ebener Abschnitt (2e, 3d) senkrecht zur optischen Achse ausgebildet ist;

wobei der Linsenhalter (4; 14) eine erste Referenzfläche (4a1; 14a1) und eine zweite Referenzfläche (4b1; 14c) zum Befestigen der ersten bzw. der zweiten Linse (2, 3) für die Steuerung der Neigung und der Position entlang der optischen Achsen der Linsen aufweist, wobei die Referenzflächen in einer Richtung entlang der optischen Achse ausgerichtet sind, wobei ein ebener Abschnitt (2d) der ersten Linse (2) koplanar mit der ersten Referenzfläche (4a1; 14a1) ist, um die erste Linse zu tragen und ein ebener Abschnitt der zweiten Linse (3) koplanar mit der zweiten Referenzfläche (4b1; 14c) ist, um die zweite Linse zu tragen.

23. Objektivlinsenvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet,

daß der Linsenhalter (4; 14) eine erste Referenzfläche (4a2; 14a2) für die radiale Richtung, die angrenzend an die erste Referenzfläche (4a1; 14a1) ausgebildet ist und der Positionierung der ersten Linse (2) in der radialen Richtung der ersten Linse dient, und eine zweite Referenzfläche (4b2; 14b) für die radiale Richtung, die angrenzend an die zweite Referenzfläche (4b1; 14c) ausgebildet ist und der Positionierung der zweiten Linse (3) in der radialen Richtung der ersten Linse dient, aufweist;

wobei die erste Linse (2) getragen wird, während ihr Außenrand gegen die erste Referenzfläche (4a2; 14a2) in der radialen Richtung drückt, und die zweite Linse (3) getragen wird, während ihr Außenrand gegen die zweite Referenzfläche (4b2; 14b) in der radialen Richtung drückt.

24. Objektivlinsenvorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Linse (2) durch Preßpassung in einem zylindrischen Abschnitt getragen wird, der durch die erste Referenzfläche (4a2; 14a2) für die radiale Richtung gebildet wird, und die zweite Linse (3) durch Preßpassung in einem zylindrischen Abschnitt getragen wird, der durch die zweite Referenzfläche (4b2; 14b) für die radiale Richtung gebildet wird.

25. Objektivlinsenvorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Linse (2, 3) durch den Linsenhalter (4; 14) mittels eines Klebemittels gehalten und befestigt sind.

26. Objektivlinsenvorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Linse durch Preßpassung in einem zylindrischen Abschnitt, der durch die erste Referenzfläche (4a2; 14a2) für die radiale Richtung

gebildet wird, und durch anschließende Befestigung mittels eines Klebemittels an dem Linsenhalter (4; 14) getragen ist, und die zweite Linse (3) durch Preßpassung in einem zylindrischen Abschnitt, der durch die zweite Referenzfläche (4b2; 14b) für die radiale Richtung gebildet wird, und durch anschließende Befestigung mittels eines Klebemittels an dem Linsenhalter (4; 14) getragen ist.

27. Objektivlinsenvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnseite der ersten und/oder der zweiten Linse (2, 3) aus der Stirnseite des Linsenhalters (4; 14) nach außen ragen.

28. Objektivlinsenvorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die erste oder die zweite Linse (2, 3), deren Stirnseite aus der Stirnseite des Linsenhalters (4; 14) nach außen ragt, einen kleineren Durchmesser als die andere Linse (3, 2) hat und daß ihr ebener Abschnitt innerhalb der Referenzfläche (4b1) positioniert ist, welche koplanar mit dem ebenen Abschnitt ist.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

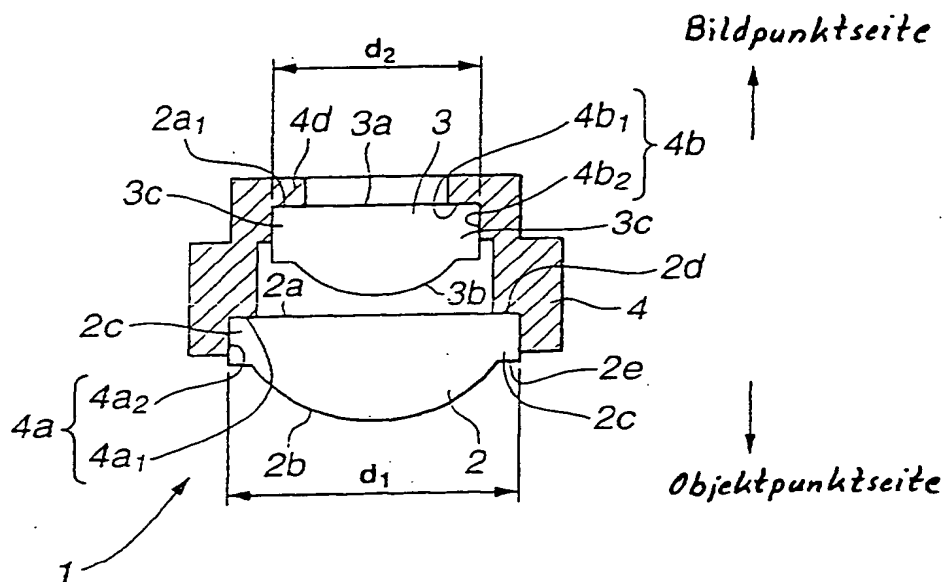


FIG.1

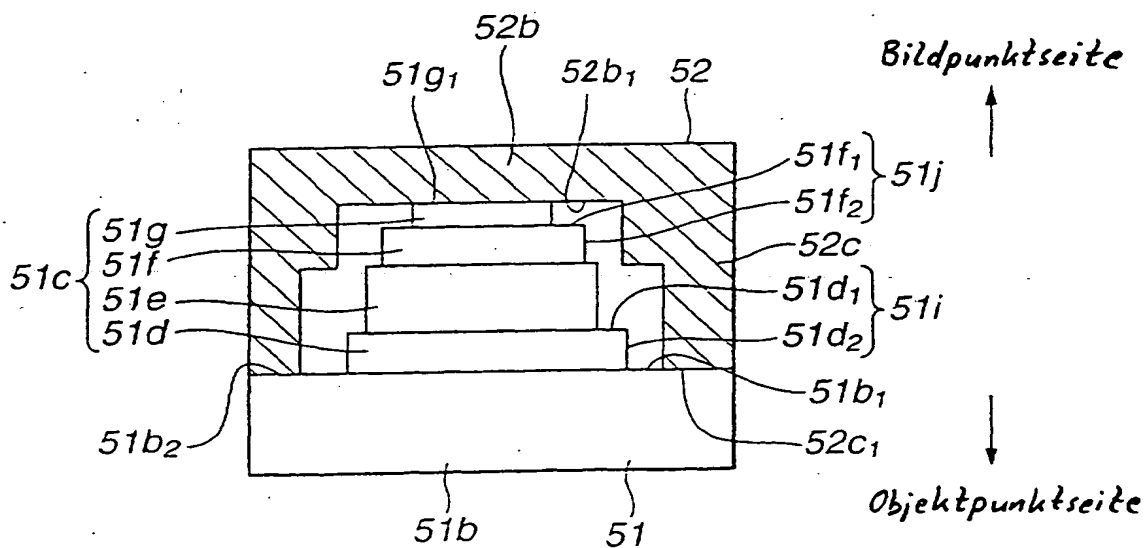


FIG.2

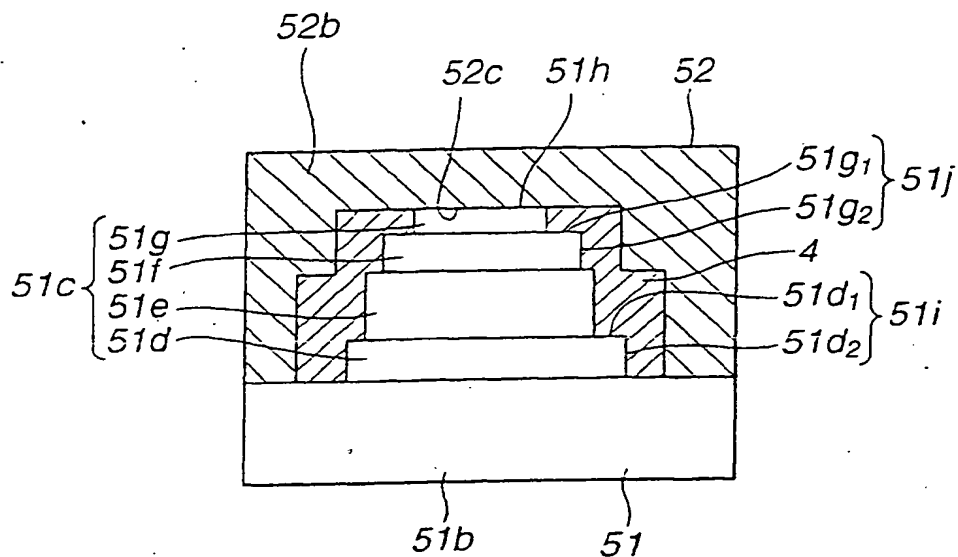


FIG. 3

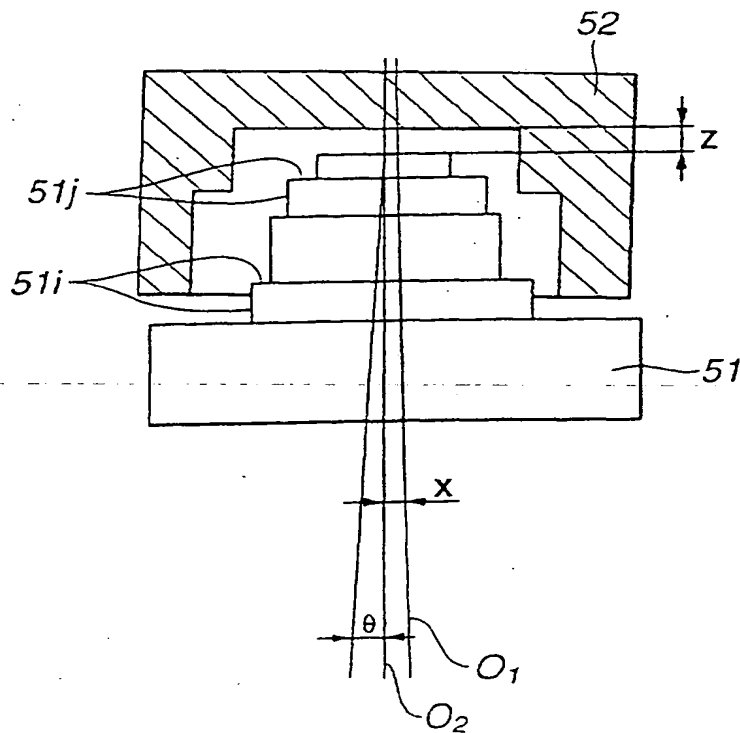


FIG. 4

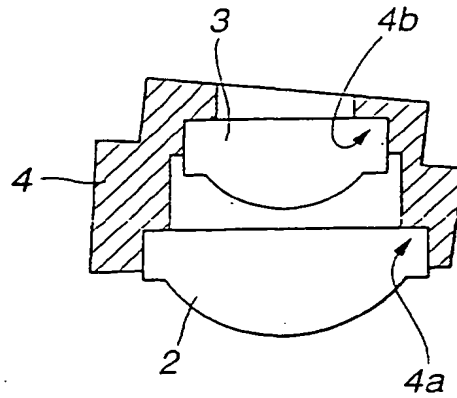


FIG. 5

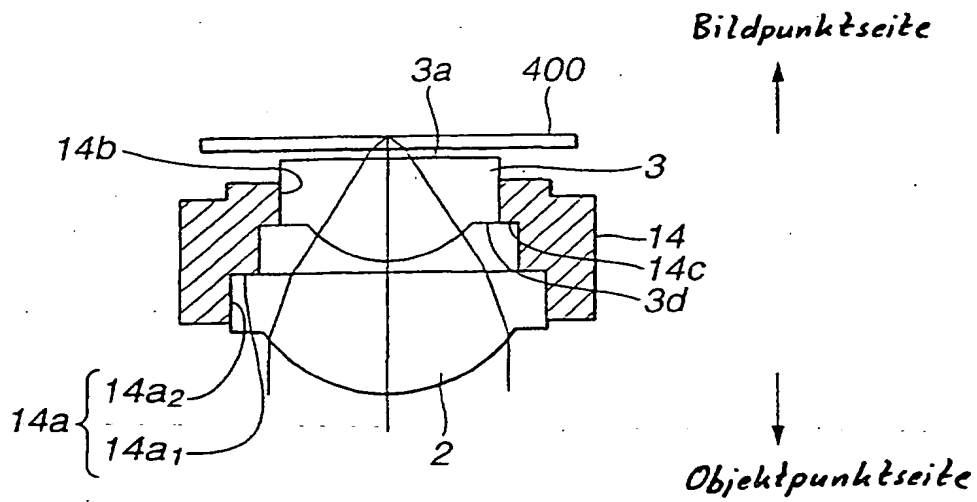


FIG. 6

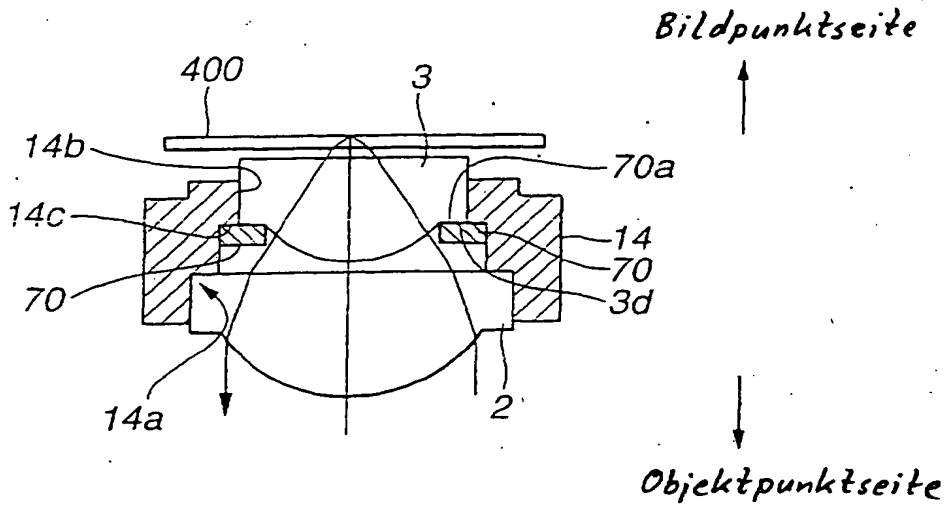


FIG. 7

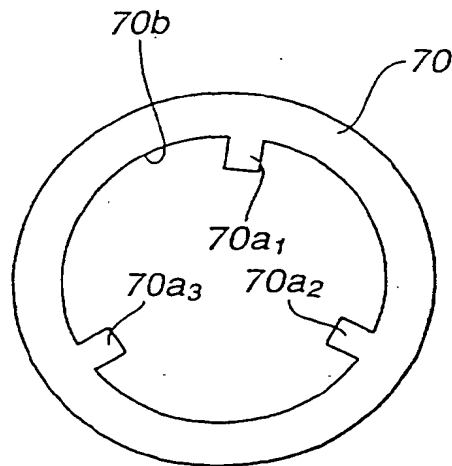


FIG. 8

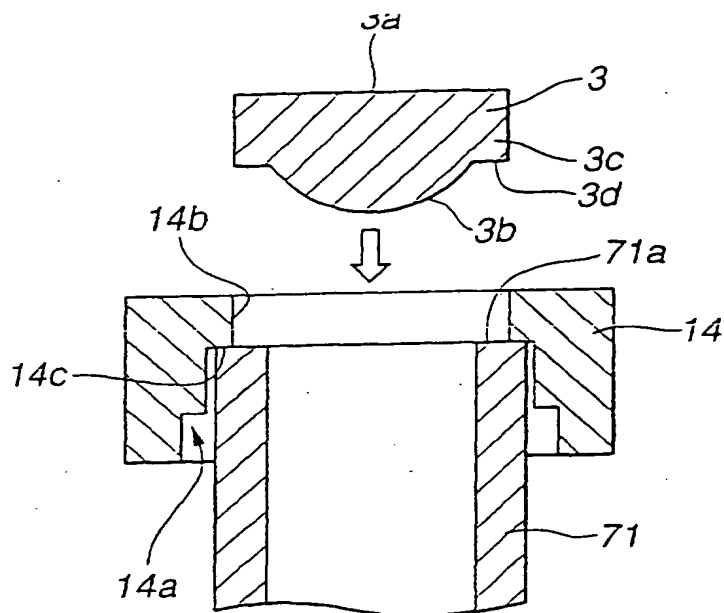


FIG. 9

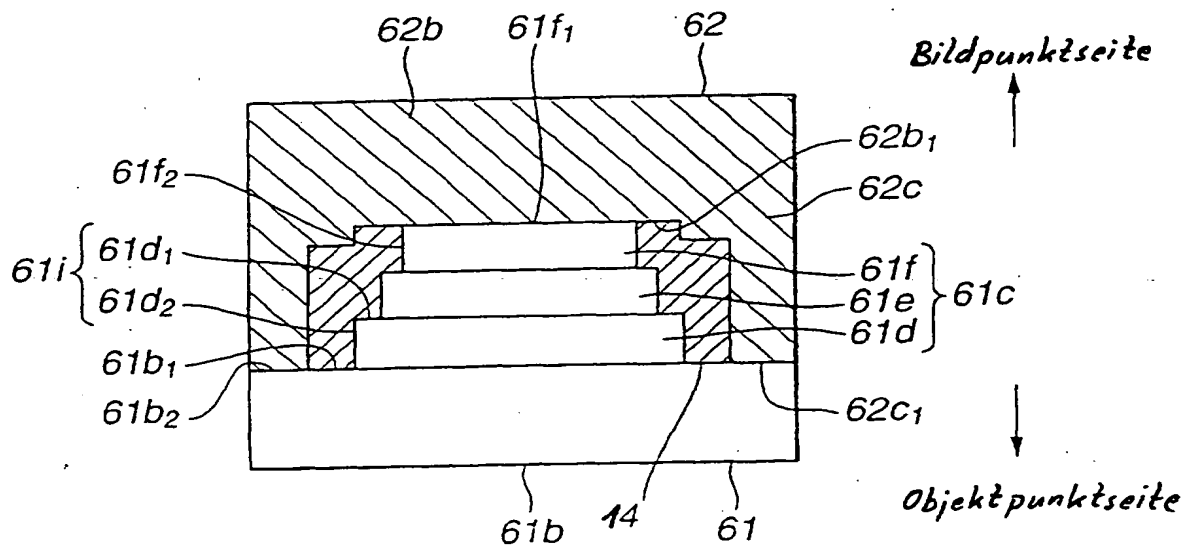


FIG. 10



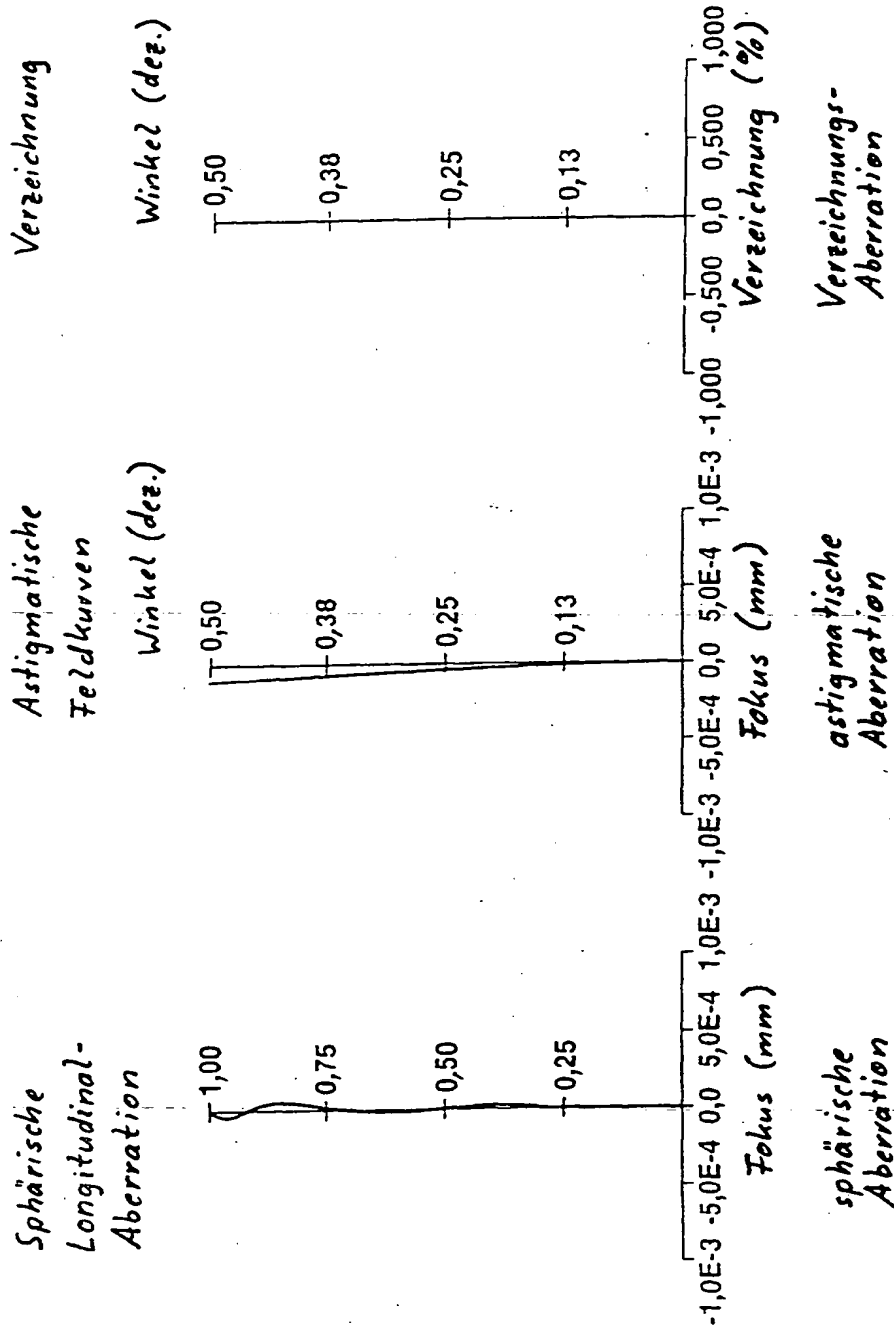
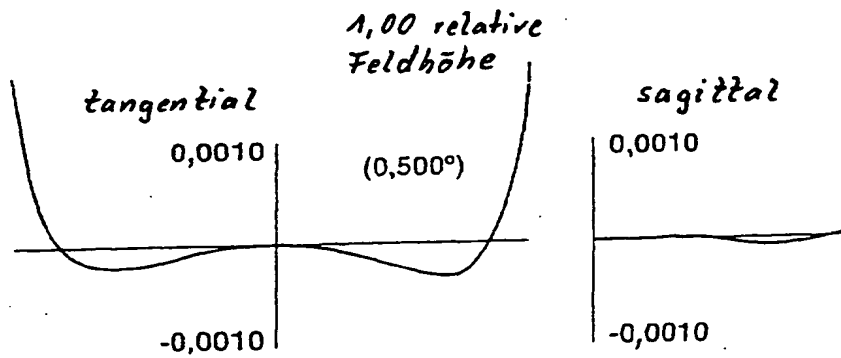


FIG.11A

FIG.11B

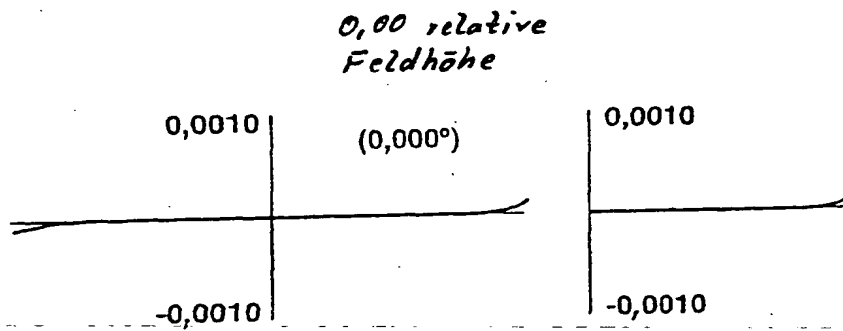
FIG.11C

*Transversal-Aberration mit einem  
Feldwinkel von  $0,5^\circ$*



**FIG.12A**

*axiale Transversal-Aberration*



**FIG.12B**

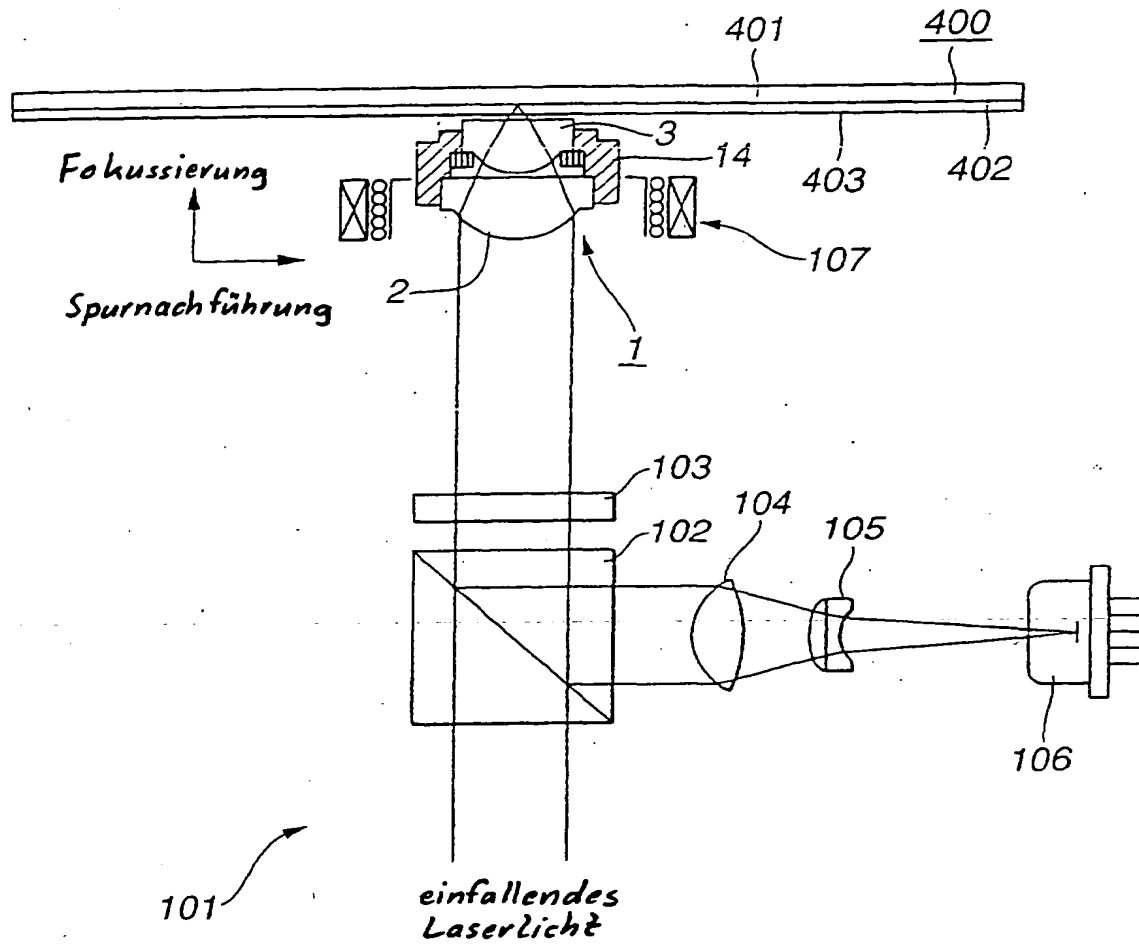


FIG.13

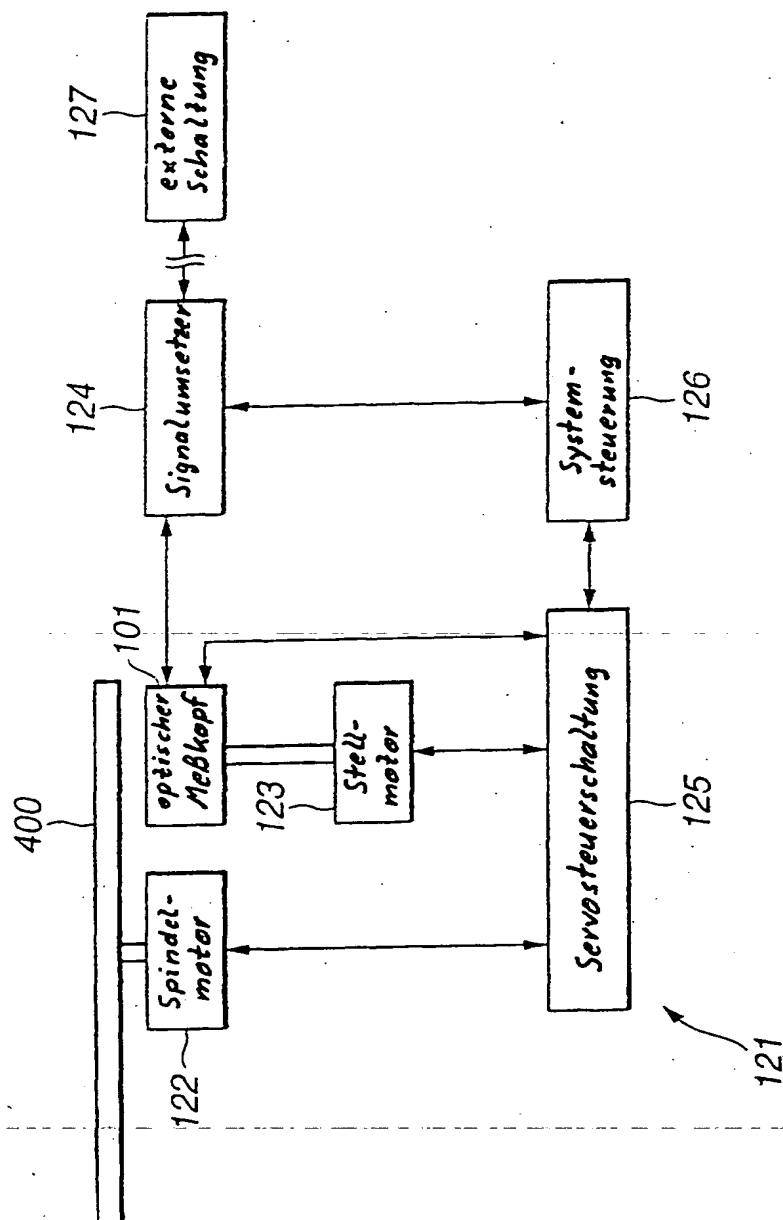


FIG.14

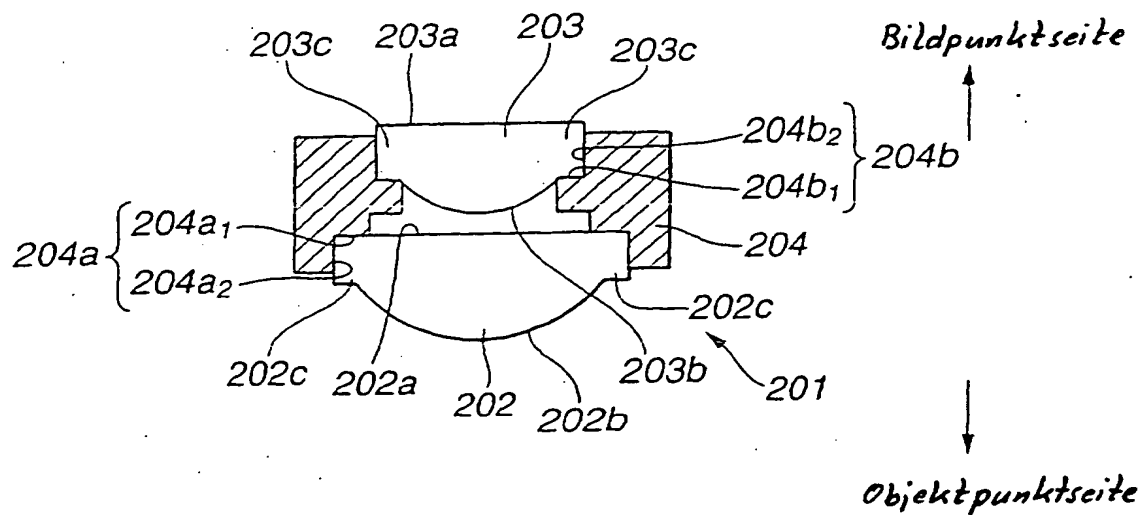


FIG. 15

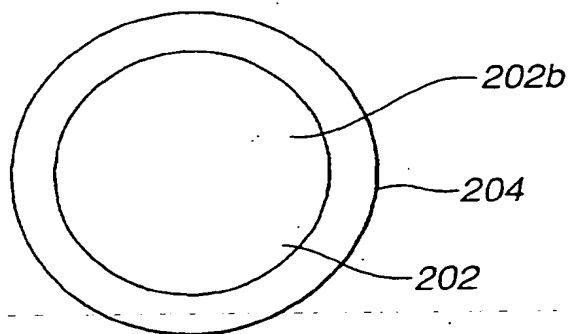


FIG. 16

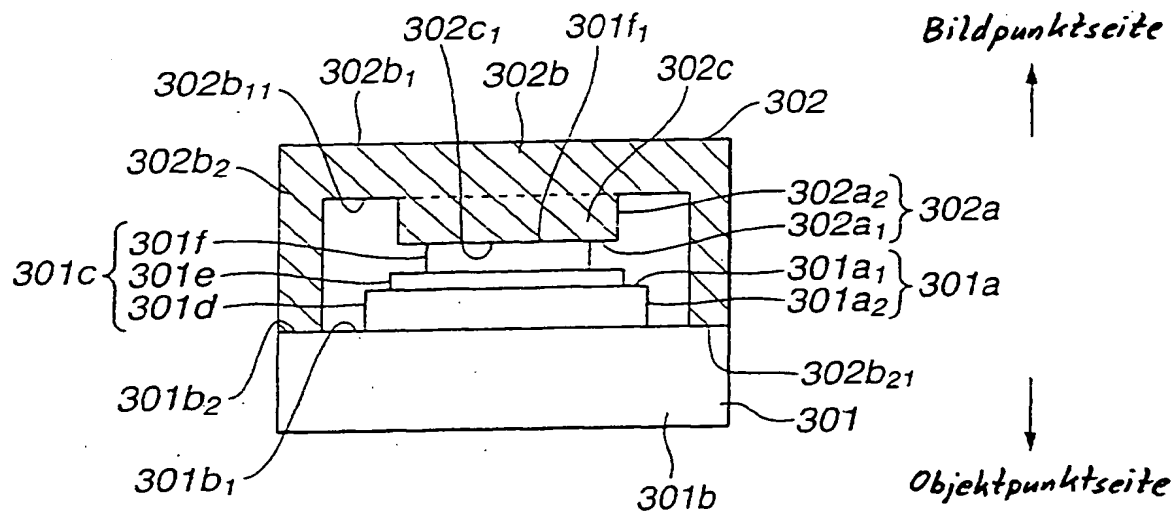


FIG.17

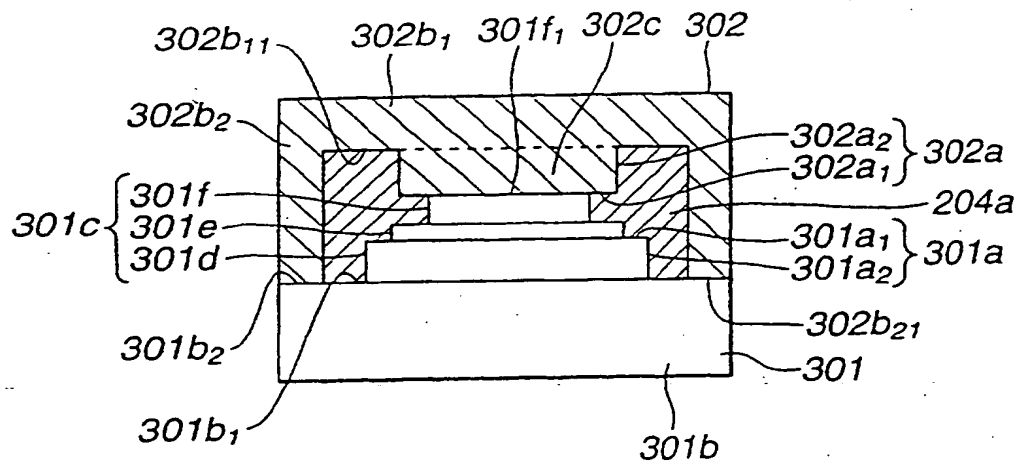


FIG. 18

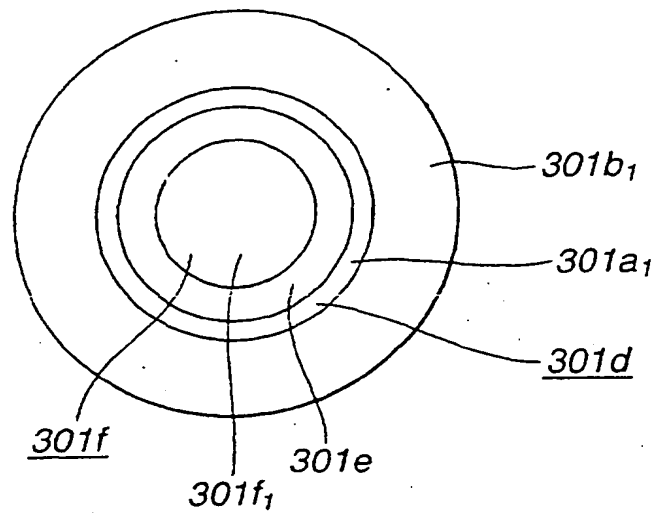


FIG.19

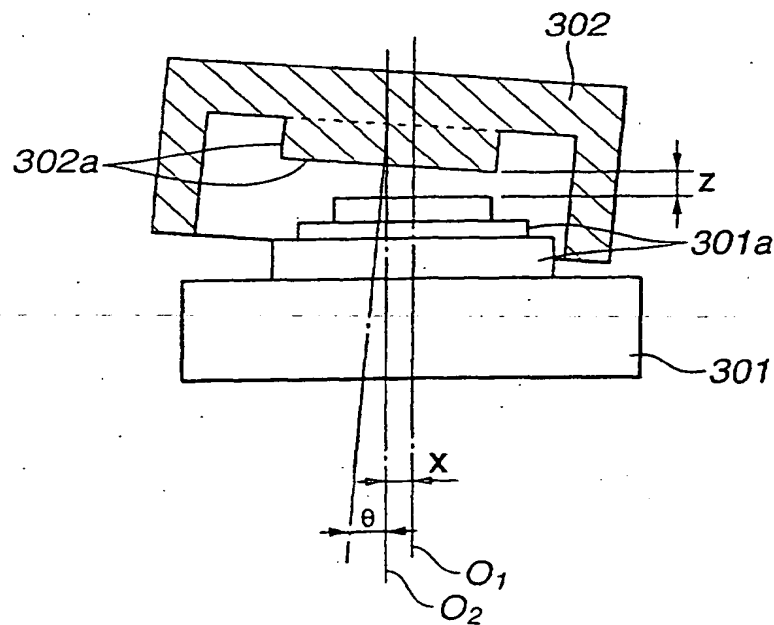


FIG.20



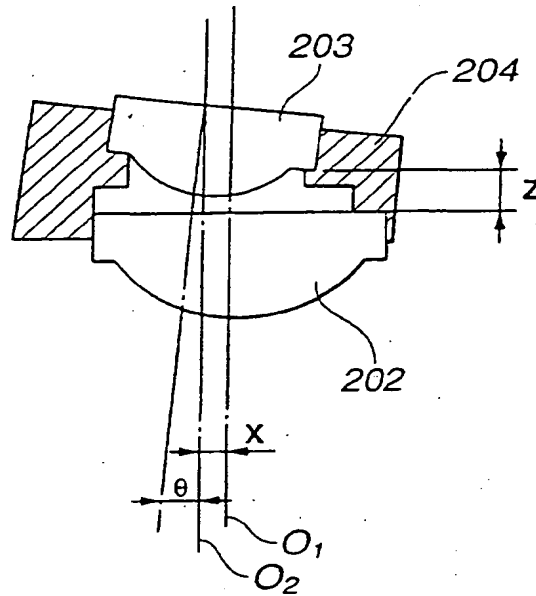


FIG.21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**